



## **TUGAS AKHIR – TI 141501**

**ANALISIS KEBIJAKAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN BERDASARKAN  
KLASIFIKASI PADA *CONSUMABLE ITEM*  
(STUDI KASUS : PLTU X)**

DINDA TIARA

NRP 2511 100 181

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Suparno, M.S.I.E. Ph.D.

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2015



## **FINAL PROJECT – TI 141501**

### **ANALYSIS OF INVENTORY POLICY BASED ON CONSUMABLE CLASSIFICATION ITEM (CASE STUDY: PLTU X)**

DINDA TIARA

NRP 2511 100 181

Supervisor

Prof. Ir. Suparno, M.S.I.E. Ph.D.

DEPARTEMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2015

# ANALISIS KEBIJAKAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN BERDASARKAN KLASIFIKASI PADA *CONSUMABLE ITEM* (STUDI KASUS : PLTU X)

Nama : Dinda Tiara  
NRP : 2511100181  
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Suparno, M.S.I.E. Ph.D.

## ABSTRAK

PLTU X merupakan pembangkit listrik tenaga uap dengan bahan bakar batu bara. PLTU X sendiri menyuplai kebutuhan listrik di Jawa Timur. Agar tetap bisa beroperasi dengan baik, mesin-mesin yang ada di PLTU X harus tetap dijaga sehingga mampu memenuhi kebutuhan listrik. Kegiatan *maintenance* erat kaitannya dengan ketersediaan barang MRO (*maintenance, repair, operation*) yang harus terjaga dalam jumlah tertentu agar kegiatan *maintenance* bisa berjalan dengan baik. Dengan adanya persediaan MRO, perusahaan juga perlu mengontrol jumlah barang yang disimpan untuk mengurangi biaya-biaya yang akan ditimbulkan. Barang persediaan yang berlebihan dapat mengakibatkan meningkatnya biaya penyimpanan dan resiko kerusakan dari barang persediaan tersebut. Namun kekurangan atau tidak tersedianya barang persediaan jika dibutuhkan akan menghambat proses produksi dan bisa berakibat fatal bagi perusahaan. Di PLTU X, terdapat 281 jenis material *consumable* yang tersedia di gudang sebagai persediaan MRO. Karena jenis persediaan yang sangat banyak maka perlu dilakukan analisis *critical item* dari persediaan yang ada dengan menggunakan Ng Model. Peramalan juga dilakukan dengan metode simulasi Monte Carlo, metode Croston, SBA, dan LSA. Dalam penelitian ini digunakan model *periodic review system* (R,s,S) dan *continuous system* (s,Q). Sedangkan, hasil peramalan akan dipilih dari jumlah *error* terkecil yang digunakan untuk memperoleh kisaran jumlah pemesanan. Sehingga output yang akan didapatkan dari penelitian ini adalah penentuan jumlah pemesanan, *safety stock*, *reorder point*, serta total biaya persediaan. Dari hasil perhitungan terdapat 56 material pada kelas A, 84 material pada kelas B, dan 141 material pada kelas C. Sedangkan biaya yang bisa dihemat dengan menggunakan metode yang disarankan adalah sebesar 43.3%.

**Kata kunci** : klasifikasi material, Ng Model, simulasi Monte Carlo, metode Croston *periodic review* (R,s,S) dan *continuous review* (s,Q)



# ANALYSIS OF INVENTORY POLICY BASED ON CONSUMABLE CLASSIFICATION ITEM (CASE STUDY: PLTU X)

Name : Dinda Tiara  
NRP : 2511100181  
Supervisor : Prof. Ir. Suparno, M.S.I.E. Ph.D.

## ABSTRACT

PLTU X is a steam power plant with coal fuel. It is supplying electricity demand in East Java. That can still operate properly, the machines must be maintained so as to meet the electricity needs. Maintenance activities closely related to the availability of goods MRO (maintenance, repair, operation) that must be maintained in a certain amount so that maintenance activities can be run well. MRO inventory makes the company should control the amount of goods stored, thereby reducing the costs that would be incurred. Excessive inventory items can result in increased storage costs and the risk of damage to the supply of goods. However, a shortage or unavailability of supplies if needed will hamper the production process and can be fatal for the company. There are 281 types of consumable material available in the warehouse as MRO inventory. Because this type of inventory is very large, critical analysis is needed of the supply of existing items using Model Ng. Forecasting also performed with Monte Carlo simulation method, method of Croston, SBA, and LSA. This study used a model periodic review system (R, s, S) and continuous system (s, Q). Meanwhile, forecasting results will be chosen from the smallest amount of error that is used to obtain the range of the number of bookings. So that the output will be obtained from this study is the determination of the number of reservations, safety stock, reorder point, and the total cost of inventory. The results of the calculation are 56 material in class A, class B material 84, and 141 material at a grade of C. From the results of the calculation are 56 material in class A, class B material 84, and 141 material at a grade of C. While the cost of which could be in saving by using the suggested method is 43.3%.

**Keyword** : material clasiffication, Ng Model, Monte Carlo simulation, Croston method, periodic review (R,s,S), continuous review (s,Q)



**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISIS KEBIJAKAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN**  
**BERDASARKAN KLASIFIKASI PADA *CONSUMABLE ITEM***  
**(STUDI KASUS : PLTU X)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**DINDA TIARA**

**NRP. 2511 100 181**

Disetujui oleh

Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Prof. Ir. Suparno, M.S.I.E. Ph.D.

NIP. 194807101976031002

**SURABAYA, JULI 2015**





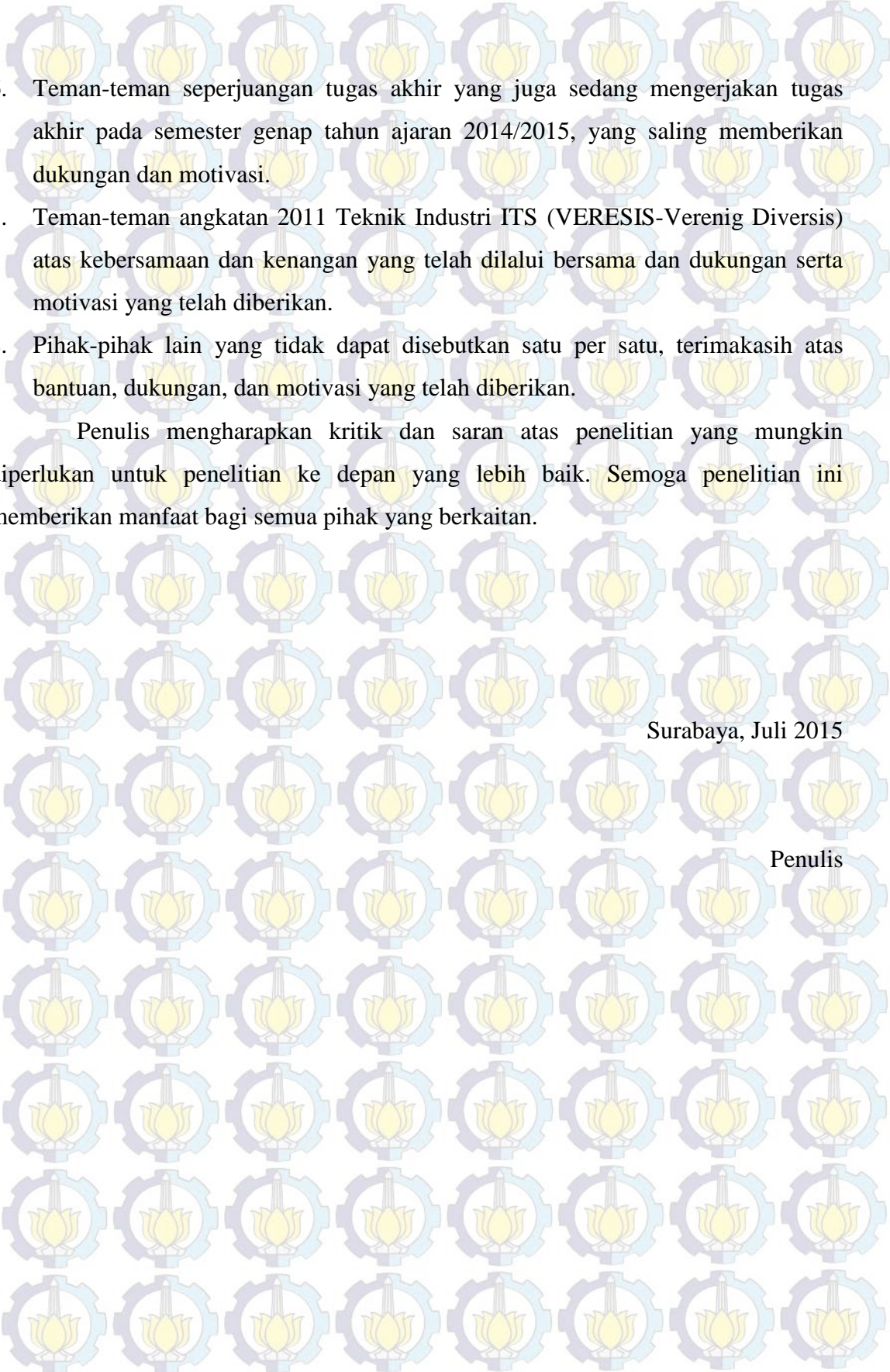
## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisis Kebijakan Pengendalian Persediaan Berdasarkan Klasifikasi Pada *Consumable Item* (Studi Kasus : PLTU X)”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan studi strata 1 di Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Pengerjaan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kelancaran dan kekuatan kepada penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis, yaitu Bapak Budi Suwarno dan Ibu Rina Soeesti, yang senantiasa mendoakan dan memotivasi penulis untuk tetap semangat dalam mengerjakan tugas akhir ini, serta kakak penulis, Dimaz Pradana Putra yang juga senantiasa memotivasi penulis.
3. Bapak Prof. Ir. Suparno, M.S.I.E. Ph.D. selaku dosen pembimbing dari tugas akhir ini, yang senantiasa membimbing pengerjaan tugas akhir penulis dan dukungan dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis.
4. PLTU X, yang telah memberikan izin penulis untuk melaksanakan penelitian. Terimakasih khususnya kepada keluarga besar bagian logistik, terimakasih kepada Bapak Dadang Windra Kurniawan selaku pembimbing eksternal dan karyawan karyawan PLTU X yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan motivasi kepada penulis selama pengerjaan tugas akhir di perusahaan.
5. Bapak dan Ibu dosen serta karyawan karyawan Jurusan Teknik Industri ITS atas bimbingan dan bantuannya selama periode perkuliahan.



- 
6. Teman-teman seperjuangan tugas akhir yang juga sedang mengerjakan tugas akhir pada semester genap tahun ajaran 2014/2015, yang saling memberikan dukungan dan motivasi.
  7. Teman-teman angkatan 2011 Teknik Industri ITS (VERESIS-Verenig Diversis) atas kebersamaan dan kenangan yang telah dilalui bersama dan dukungan serta motivasi yang telah diberikan.
  8. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terimakasih atas bantuan, dukungan, dan motivasi yang telah diberikan.

Penulis mengharapkan kritik dan saran atas penelitian yang mungkin diperlukan untuk penelitian ke depan yang lebih baik. Semoga penelitian ini memberikan manfaat bagi semua pihak yang berkaitan.

Surabaya, Juli 2015

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b>	i
<b>ABSTRACT</b>	iii
<b>KATA PENGANTAR</b>	v
<b>DAFTAR ISI</b>	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	xi
<b>DAFTAR TABEL</b>	xiii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	6
1.5.1 Batasan	6
1.5.2 Asumsi	6
1.6 Sistematika Penulisan	7
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	9
2.1 Teori Persediaan	9
2.2 Klasifikasi Material	11
2.2.1 Metode Ng Model	11
2.2.2 Klasifikasi Pola Permintaan Material	13
2.3 Peramalan Permintaan	14

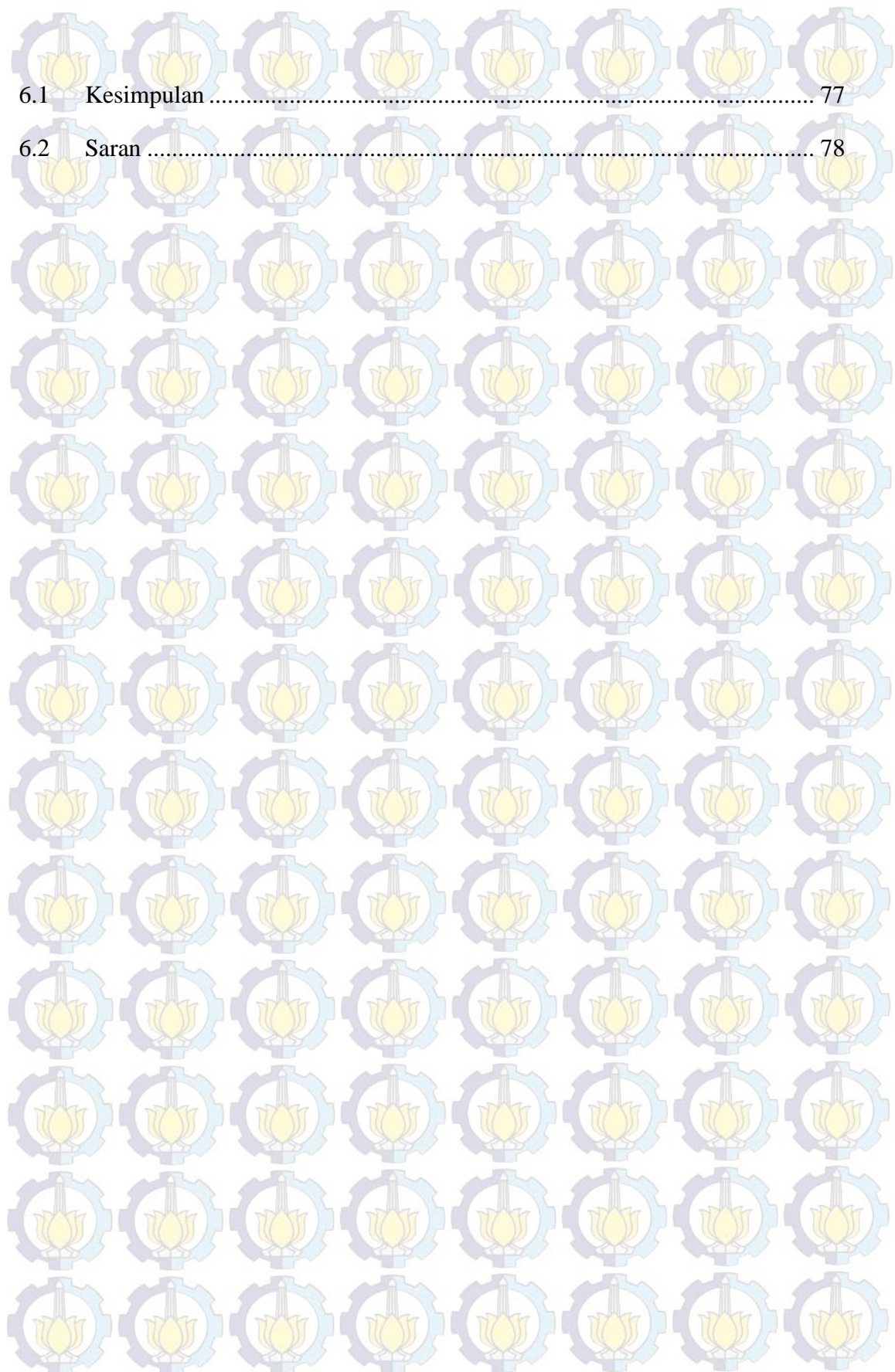


2.3.1	Metode Croston .....	15
2.3.2	<i>Syntetos-Boylan Approximation</i> .....	16
2.3.3	<i>Leven and Segerstedt Approximation</i> .....	17
2.3.4	Simulasi Monte Carlo .....	17
2.4	Perhitungan Tingkat Akurasi Peramalan .....	20
2.5	Mekanisme Pengendalian Persediaan .....	21
2.5.1	Sistem Pengendalian (s,Q) .....	21
2.5.2	Sistem Pengendalian (R,s,S) .....	22
2.6	Penelitian Terdahulu .....	24
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>27</b>
3.1	Tahap Awal .....	27
3.2	Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data .....	29
3.1.1	Pengumpulan Data .....	29
3.1.2	Pengolahan Data .....	29
3.1.2.1	Klasifikasi Material .....	29
3.1.2.2	Perhitungan <i>Forecast Demand</i> Material .....	30
3.1.2.3	Perhitungan <i>Lo Sizing</i> dengan Metode (s,Q) dan (R,s,S) .....	30
3.2	Tahap Analisis dan Interpretasi .....	30
3.3	Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran .....	31
<b>BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....</b>		<b>33</b>
4.1	Pengumpulan Data .....	33
4.1.1	Data Permintaan Material .....	33
4.1.2	Data Harga Material .....	36
4.1.3	Data <i>Lead Time</i> Material .....	37



4.2	Pengolahan Data.....	37
4.2.1	Klasifikasi Material.....	38
4.2.2	Perhitungan <i>Coefficient of Variation</i> .....	44
4.2.3	Peramalan Permintaan Material.....	46
4.2.3.1	Simulasi Monte Carlo.....	46
4.2.3.2	Metode Croston, SBA, dan LSA .....	50
4.2.4	Perbandingan <i>Error</i> Peramalan.....	52
4.2.5	Perhitungan <i>Lot Sizing</i> .....	53
4.2.5.1	Perhitungan <i>Lot Sizing</i> Metode Eksisting.....	54
4.2.5.2	Perhitungan <i>Lot Sizing</i> Metode (s,Q).....	55
4.2.5.3	Perhitungan <i>Lot Sizing</i> Metode (R,s,S).....	56
4.2.6	<i>Material Requirement Planning</i> (MRP) .....	57
4.2.6.1	MRP Metode Eksisting.....	57
4.2.6.2	MRP Metode (s,Q).....	59
4.2.6.3	MRP Metode (R,s,S) .....	61
<b>BAB 5</b>	<b>ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA .....</b>	<b>65</b>
5.1	Analisis Hasil Kalsifikasi Material .....	65
5.1.1	Analisis Material Kelas A .....	66
5.1.2	Analisis Material Kelas B .....	67
5.1.3	Analisis Material Kelas C .....	68
5.2	Analisis Hasil Peramalan Material .....	68
5.3	Analisis Perhitungan <i>Lot Sizing</i> .....	71
5.4	Analisis Perbandingan Total Biaya Pengadaan Material .....	72
<b>BAB 6</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>77</b>





6.1 Kesimpulan ..... 77

6.2 Saran ..... 78



## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Permintaan Material .....	34
Tabel 4. 2 Data Harga Material.....	36
Tabel 4. 3 Data <i>Lead Time</i> Material .....	37
Tabel 4. 4 Material Klasifikasi A.....	41
Tabel 4. 5 Material Klasifikasi B .....	42
Tabel 4. 6 Material Klasifikasi C .....	43
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan CV .....	45
Tabel 4. 8 Probabilitas Frekuensi Permintaan Material .....	46
Tabel 4. 9 Probabilitas Random.....	47
Tabel 4. 10 Hasil Peramalan Permintaan Material .....	48
Tabel 4. 11 Hasil Uji <i>Z-Test</i> .....	50
Tabel 4. 12 Hasil Peramalan Permintaan dengan Metode Croston, SBA, LSA .....	51
Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan <i>Error</i> Setiap Metode Permalan .....	53
Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Parameter (s,S) .....	55
Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan Iterasi Q dan k .....	55
Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan Parameter (s,Q) .....	56
Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Parameter (R, s, S) .....	57
Tabel 4. 18 MRP Metode Eksisting.....	58
Tabel 4. 19 MRP Metode (s,Q).....	60
Tabel 4. 20 MRP Metode (R,s,S).....	62
Tabel 5. 1 Contoh Material Kelas A.....	66
Tabel 5. 2 Contoh Material Kelas B .....	67
Tabel 5. 3 Contoh Material Kelas C .....	68
Tabel 5. 4 Perbandingan <i>Lot Sizing</i> pada Item 100003229 .....	71
Tabel 5. 5 Perbandingan Total Biaya Persediaan .....	73
Tabel 5. 6 Perbandingan Total Biaya Berdasarkan Klasifikasi Material.....	73



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Nilai Gudang Sub-Tipe Material Tahun 2014.....	2
Gambar 1.2 Grafik Pola Pemakaian <i>Consumable Item</i> .....	3
Gambar 2.1 Contoh Permintaan <i>Intermittent</i> (Collegaro, 2010) .....	13
Gambar 2.2 Klasifikasi Karakteristik Permintaan .....	14
Gambar 2.3 Simulasi Monte Carlo (Tersine, 1994).....	19
Gambar 5.1 Perbandingan <i>Error</i> pada Item 100000486.....	70
Gambar 5.2 Perbandingan <i>Error</i> pada Item 100003229.....	70
Gambar 5.3 Perbandingan Total Biaya Persediaan Berdasarkan Klasifikasi Material.....	74
Gambar 5.4 Perbandingan Biaya Variabel.....	75



# BAB 1

## PENDAHULUAN

Bab 1 ini akan dibahas mengenai latar belakang masalah dari penelitian yang dilakukan, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat dengan adanya penelitian ini, ruang lingkup penelitian yang terdiri dari batasan dan asumsi yang digunakan, serta sistematika penyusunan laporan hasil penelitian.

### 1.1 Latar Belakang

Ketersediaan energi listrik merupakan salah satu komponen untuk mendorong perekonomian di suatu negara. Hal tersebut menjadi tanggung jawab penyedia listrik untuk menyediakan energi listrik yang handal, stabil dan efisien serta menjamin pelayanan kebutuhan secara cepat dan tepat. PLTU X merupakan pembangkit listrik tenaga uap dengan bahan bakar batu bara. PLTU X sendiri menyuplai kebutuhan listrik di Jawa Timur. Agar tetap bisa beroperasi dengan baik, mesin-mesin yang ada di PLTU X harus tetap dijaga sehingga mampu memenuhi kebutuhan listrik di Jawa Timur yang terus meningkat.

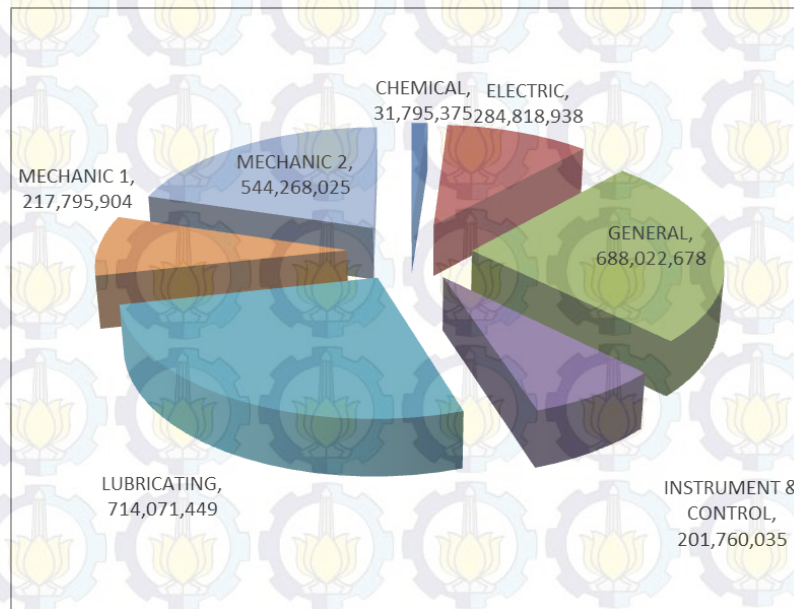
Faktor utama agar mutu tenaga listrik dapat tercapai adalah dengan cara mengoperasikan peralatan secara benar dan efisien serta pemeliharaan yang benar sehingga tetap bisa beroperasi secara baik. Untuk memastikan agar mesin-mesin dapat beroperasi dengan baik, kegiatan *maintenance* menjadi kegiatan yang akan selalu dilakukan. Kegiatan *maintenance* erat kaitannya dengan ketersediaan barang MRO (*maintenance, repair, operation*) yang harus terjaga dalam jumlah tertentu agar kegiatan *maintenance* bisa berjalan dengan baik.

Dalam melaksanakan kegiatan produksi, perusahaan memerlukan barang persediaan sebagai pendukung. Barang persediaan yang dimaksud dapat diartikan sebagai barang-barang yang disimpan untuk digunakan pada masa atau periode yang akan datang. Secara teknis persediaan yang berkaitan dengan penetapan terhadap



besarnya persediaan bahan yang harus diadakan untuk menjamin kelancaran dalam kegiatan operasi produksi, serta menetapkan jadwal pengadaan dan jumlah pemesanan barang yang seharusnya dilakukan oleh perusahaan (Ristono, 2009).

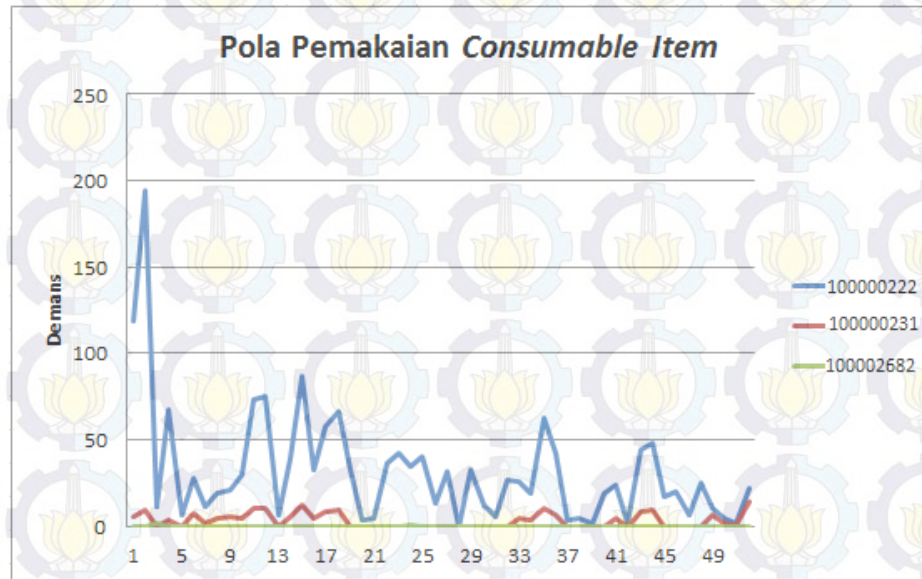
Di PLTU X persediaan MRO dibagi menjadi dua jenis material. Pertama, material dengan tipe *spare part* yaitu berupa komponen material yang menyusun mesin-mesin yang ada di PLTU X. Kedua, material dengan tipe *consumable* yaitu material habis pakai atau hanya bisa digunakan sekali untuk mendukung kegiatan *maintenance, repair*, dan *operation*. Material *consumable* bisa berupa pelumas, *tools* pendukung atau komponen dari *tools*. Dari dua tipe tersebut persediaan dibagi menjadi beberapa sub tipe. Sub tipe persediaan yang ada di PLTU X adalah *general, chemical, electric, instrument and control, mechanic 1, mechanic 2*, dan, *lubricating*. Berikut ini adalah nilai gudang dari masing-masing sub-tipe :



Gambar 1.1 Grafik Nilai Gudang Sub-Tipe Material Tahun 2014

Gambar 1.1 menunjukkan nilai gudang pada setiap sub-tipe material yang ada dalam persediaan PLTU X. Dimana material *consumable* adalah material yang terdiri atas material dengan sub-tipe *general, lubricating*, dan *chemical*. Dari histori total nilai gudang material *consumable* mendominasi nilai gudang sebesar 54,5%, sehingga sangat diperlukan pengendalian persediaan pada material *consumable*.

Dalam penelitian ini, objek yang akan dijadikan amatan adalah persediaan MRO dengan tipe material *consumable*. Berdasarkan data historis, tidak semua material *consumable* mempunyai pola pemakaian yang sama. Berikut adalah contoh pola pemakaian dari tiga item *consumable* di PLTU X :



Gambar 1.2 Grafik Pola Pemakaian *Consumable Item*

Pada Gambar 1.2 menunjukkan bahwa pemakaian *consumable item* dari persediaan MRO di PLTU X mempunyai pola pemakaian yang bervariasi. Untuk material dengan nomer item 100000222 setiap bulan ada pemakaian dengan jumlah yang cukup tinggi, material dengan nomer item 100000231 jumlah pemakaian rendah dan terdapat *zero-demand*, sedangkan material dengan nomer item 10002682 sangat jarang pemakaiannya, selama periode 52 minggu material tersebut hanya digunakan satu kali. Pola pemakaian ini akan dijadikan parameter pertimbangan dalam menentukan kuantitas persediaan serta pembelian yang optimal.

Dengan adanya persediaan MRO, perusahaan juga perlu mengontrol jumlah barang yang disimpan untuk mengurangi biaya-biaya yang akan ditimbulkan. Barang persediaan yang berlebihan dapat mengakibatkan meningkatnya biaya penyimpanan



dan resiko kerusakan dari barang persediaan tersebut. Namun kekurangan atau tidak tersedianya barang persediaan jika dibutuhkan akan menghambat proses produksi dan bisa berakibat fatal bagi perusahaan. Sehingga perusahaan dapat menggunakan strategi dengan membuat kebijakan terkait, dengan penentuan jumlah pemesanan, *reorder point*, dan *safety stock* yang optimal sehingga tidak menimbulkan biaya persediaan yang terlalu tinggi.

Di PLTU X, terdapat 281 jenis material *consumable* yang tersedia di gudang sebagai persediaan MRO. Karena jenis persediaan yang sangat banyak maka perlu dilakukan analisis *critical item* dari persediaan yang ada dengan menggunakan Ng Model. Dalam pengendalian persediaan, peramalan permintaan merupakan langkah yang penting untuk membuat keputusan terkait jumlah pembelian.

Banyak metode peramalan yang berkembang hingga saat ini. Namun dalam penelitian ini, berdasarkan data histori terdapat data *zero demand* pada beberapa periode dan variasi pemakaian yang tinggi dan akan dilakukan peramalan dengan empat metode yang dianggap sesuai dengan karakteristik tersebut. Metode pertama yang digunakan adalah metode Croston. Metode Croston digunakan karena menurut Kaldchmidt et al. (2003) mengadopsi metode Croston dalam meramalkan permintaan yang bersifat *intermittent* dalam *supply chain* adalah sangat penting. Namun, Syntetos dan Boylan (2005) menunjukkan bahwa metode Croston asli menghasilkan positif bias. Sedangkan, Leven dan Segerstedt (2004) memodifikasi metode Croston dalam sebuah percobaan untuk mendapatkan metode yang universal untuk *slow moving item* maupun *fast moving item*. Karena integrasi model peramalan yang sesuai dengan sifat *intermittent* ke dalam manajemen persediaan akan mempermudah manajemen dalam pengambilan keputusan yang tepat. Sedangkan metode peramalan yang kedua digunakan adalah metode simulasi Monte Carlo. Peramalan dengan simulasi Monte Carlo dianggap sesuai dengan karakteristik pola permintaan *spare parts* yang unik, karena Tersien (1994) menjelaskan bahwa simulasi Monte Carlo mampu meniru ketidakpastian terjadinya permintaan *spare parts* dan menampilkan interval permintaan yang tidak jauh berbeda dengan aktual.



Dalam penelitian ini digunakan model *periodic review system* dan *continuous system*. Sedangkan, hasil peramalan akan dipilih dari jumlah *error* terkecil yang digunakan untuk memperoleh kisaran jumlah pemesanan. Sehingga output yang akan didapatkan dari penelitian ini adalah penentuan jumlah pemesanan, *safety stock*, *reorder point*, serta total biaya persediaan.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan kebijakan persediaan material MRO (*maintenance, repair, operation*) dengan tipe *consumable* sehingga dapat meminimumkan total biaya yang dikeluarkan untuk persediaan.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan klasifikasi material yang ada di gudang berdasarkan frekuensi penggunaan, harga material, dan *lead time*.
2. Melakukan peramalan dengan berbagai metode dan memilih metode peramalan yang sesuai berdasarkan nilai *error* terkecil.
3. Melakukan analisis metode pengendalian persediaan dan menentukan metode pengendalian persediaan berdasarkan total biaya minimal.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diperoleh dari pelaksanaan penelitian ini dilihat dari dua pihak yaitu bagi perusahaan dan bagi mahasiswa yang melakukan penelitian. Adapun beberapa manfaat yang diperoleh adalah sebagai berikut :

Manfaat yang diperoleh perusahaan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui jenis, klasifikasi dan pola permintaan *spare parts* yang digunakan dalam kegiatan *maintenance*.



2. Mendapatkan rekomendasi perbaikan dalam melakukan pengelolaan persediaan material *consumable*.

Manfaat yang diperoleh mahasiswa dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui sistem produksi dan pengelolaan persediaan yang digunakan perusahaan.
2. Mendapatkan pengalaman secara langsung dalam menghadapi kasus *real* yang ada di perusahaan.

## **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian dibutuhkan agar penelitian berjalan dengan terarah dan fokus. Ruang lingkup penelitian ini terdiri dari batasan dan asumsi yang digunakan selama penelitian.

### **1.5.1 Batasan**

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Data yang digunakan untuk pengolahan data adalah data pada periode Januari 2014 – Desember 2014.
2. Dalam pengolahan data, periode *periodic review* dilakukan per minggu.
3. Material yang diamati adalah material dengan tipe *consumable*.

### **1.5.2 Asumsi**

Asumsi yang digunakan untuk mempermudah pengolahan data. Dalam penelitian ini digunakan beberapa asumsi sebagai berikut :

1. Tidak ada perubahan kebijakan yang berkaitan dengan pengendalian persediaan selama penelitian.
2. Kapasitas gudang selalu mencukupi untuk jumlah persediaan berapapun.



## **1.6 Sistematika Penulisan**

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai sistematika penulisan yang digunakan penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Laporan ini akan dibagi dalam beberapa bab yang saling berkaitan. Sistematika penulisannya adalah sebagai berikut :

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada bab 1 ini berisi penjelasan yang terdiri atas beberapa sub bab antara lain latar belakang dari penelitian yang dilakukan, perumusan masalah dari penelitian, tujuan yang diharapkan dari adanya penelitian, manfaat yang didapatkan dari pelaksanaan penelitian, ruang lingkup penelitian yang terdiri dari batasan dan asumsi yang digunakan selama penelitian dilakukan, serta sistematika penulisan laporan hasil penelitian.

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab 2 ini akan dijelaskan mengenai tinjauan pustaka yang terdiri dari teori-teori yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan serta mendukung dalam pengerjaan penelitian. Teori-teori yang digunakan berasal dari beberapa referensi, antara lain buku, jurnal, penelitian sebelumnya yang telah dilakukan, dan lain-lain. Teori-teori tersebut akan dijadikan sebagai acuan penulis dalam penyusunan konsep penyelesaian masalah dalam pengerjaan penelitian.

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab 3 ini berisi mengenai tahapan-tahapan dalam pengerjaan penelitian. Tahapan pengerjaan laporan akan dijabarkan secara detail mulai dari identifikasi masalah, pengambilan data, pengolahan data, perhitungan dan analisa, serta kesimpulan dan saran.



## BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab 4 ini akan dijelaskan mengenai pengumpulan data-data yang dibutuhkan dalam proses penelitian. Data-data tersebut diperoleh dari *database* perusahaan dan hasil wawancara dengan pihak terkait. Kemudian, data-data yang telah diperoleh tersebut selanjutnya akan diolah dengan metode-metode yang telah ditetapkan.

## BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Bab 5 ini akan dijabarkan mengenai analisis dan interpretasi data berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Pada bab ini juga akan dijelaskan mengenai analisa dari rekomendasi perbaikan yang dipilih.

## BAB 6 SIMPULAN DAN SARAN

Bab 6 ini merupakan bab terakhir yang berisi penarikan kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya, serta saran yang diberikan untuk pelaksanaan penelitian selanjutnya.



## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

Bab 2 berisi mengenai teori-teori yang mendukung penelitian. Teori-teori tersebut didapatkan dari beberapa referensi seperti buku, jurnal, artikel, maupun penelitian yang sudah dilakukan terlebih dahulu.

#### 2.1 Teori Persediaan

Dalam *supply chain*, persediaan memiliki implikasi yang cukup besar terhadap kinerja finansial perusahaan. Jumlah uang yang tertanam dalam bentuk persediaan biasanya sangat besar sehingga persediaan adalah salah satu asset terbesar yang dimiliki *supply chain*. Sehingga perlu dilakukan pengelolaan manajemen yang baik sehingga mampu mempengaruhi kinerja finansial sebuah perusahaan (Pujawan, 2010).

Jenis persediaan dapat diklasifikasikan menjadi empat jenis untuk mengakomodasi persediaan (Heizer, 2005), antara lain :

1. Persediaan Bahan Baku

Persediaan bahan baku (*raw material inventory*) adalah persediaan yang dibeli untuk diproses. Persediaan bahan baku dilakukan karena untuk menghindari resiko dari adanya keragaman mutu, kuantitas, dan waktu pengiriman dari pemasok.

2. Persediaan Barang Setengah Jadi

Persediaan barang setengah jadi atau *WIP (working-in-process)* adalah persediaan yang dari bahan baku yang sudah diproses namun belum selesai. Adanya *WIP* disebabkan karena adanya *cycle time* atau waktu yang dibutuhkan untuk membuat sebuah produk. Dengan demikian mengurangi waktu siklus produk berarti akan mengurangi persediaan.

3. Persediaan MRO (*Maintenance, Repair, Operation*)



Persediaan MRO adalah persediaan yang digunakan untuk menjaga permesianan atau proses produksi agar tetap bisa berjalan. Persediaan MRO dibutuhkan karena kebutuhan dan waktu pemeliharaan atau perbaikan beberapa alat tidak diketahui. Walaupun permintaan persediaan MRO sering dihubungkan dengan sebuah fungsi jadwal pemeliharaan, permintaan MRO lain yang tidak dijadwalkan harus tetap diantisipasi.

#### 4. Persediaan Barang Jadi

Persediaan barang jadi (*finished goods inventory*) adalah persediaan dari produk yang sudah selesai diproses dan menunggu pengiriman. Salah satu alasan barang jadi disimpan adalah untuk mengantisipasi permintaan di masa depan yang tidak dapat diprediksi.

Menurut Tersine (1994), tujuan dari manajemen persediaan adalah menjaga ketersediaan jumlah material pada tempat yang tepat, jumlah yang tepat, dan dengan biaya yang minimal. Adapun biaya-biaya yang mempengaruhi dalam pengelolaan persediaan antara lain adalah sebagai berikut :

##### 1. Biaya Pembelian (*Purchase Cost*)

Biaya pembelian suatu item merupakan harga dari item tersebut jika didapatkan dari pihak eksternal, sedangkan jika didapat dari pihak internal merupakan biaya untuk memproduksi per unit item tersebut.

##### 2. Biaya Pengadaan

Biaya Pengadaan dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu :

- Biaya pemesanan (*ordering cost*) adalah biaya yang dikeluarkan untuk memesan item dari pihak eksternal, misalnya biaya administrasi, biaya penerimaan material, biaya inspeksi material, dll.
- Biaya *setup* adalah biaya yang dikeluarkan untuk perubahan proses produksi sesuai item yang dipesan, misalnya biaya persiapan penggunaan fasilitas produksi, biaya penjadwalan kerja, dll.



### 3. Biaya Penyimpanan (*Holding Cost*)

Biaya penyimpanan merupakan biaya yang dikeluarkan untuk perawatan investasi fisik dalam gudang. Biaya tersebut meliputi biaya pajak, biaya asuransi, biaya kerusakan, biaya depresiasi, biaya kadaluwarsa, dll.

### 4. Biaya Kekurangan Persediaan (*Shortage Cost*)

Biaya kekurangan persediaan adalah biaya yang dikeluarkan akibat terganggunya proses produksi atau kehilangan kesempatan untuk memperoleh keuntungan akibat habisnya persediaan (*stockout*).

## 2.2 Klasifikasi Material

Syntetos et al. (2009) dalam Molenaers et al. (2011) menyatakan bahwa adanya klasifikasi membuat manajer dapat fokus pada item yang penting dan membantu proses pengambilan keputusan dalam pengelolaan persediaan.

Molenaers et al. (2011) menjelaskan bahwa item yang penting dalam pandangan *maintenance* dan item yang penting dalam pandangan logistik berbeda. Dalam pandangan manajer *maintenance* ketidaktersediaan material akan mengakibatkan konsekuensi yang cukup fatal bagi perusahaan. Sedangkan dalam pandangan manajer logistik, parameter seperti *holding cost* dan distribusi *demand* menjadi kriteria klasifikasi yang berarti ketika menetapkan kebijakan persediaan pada masing-masing kelas. Sehingga hubungan yang dapat diambil dari pengelolaan persediaan material adalah menjaga ketersediaan material mendukung kegiatan *maintenance* dan memastikan keberlangsungan proses produksi yang bisa diandalkan.

### 2.2.1 Metode Ng Model

Pada metode Ng model diasumsikan ada persediaan Item I dan item tersebut harus diklasifikasikan sebagai A, B atau C berdasarkan kinerja mereka untuk kriteria J. Performansi item persediaan  $i$ th untuk masing-masing kriteria dinotasikan dengan  $y_{ij}$ . Diasumsikan semua kriteria yang berhubungan positif dengan tingkat kepentingan item. Tujuannya adalah untuk menjumlahkan skor kinerja beberapa item dengan



mempertimbangkan kriteria yang berbeda menjadi satu nilai untuk klasifikasi persediaan ABC. Dalam Ng model, semua ukuran diubah menjadi sebanding menggunakan transformasi :

$$\frac{y_{ij} - \min_{i=1,2,\dots,I} \{y_{ij}\}}{\max_{i=1,2,\dots,I} \{y_{ij}\} - \min_{i=1,2,\dots,I} \{y_{ij}\}} \quad 2.1$$

Ng mengubah semua pengukuran dalam skala 0-1 untuk semua item. Untuk memfasilitasi klasifikasi persediaan dengan banyak kriteria, Ng mendefinisikan sebuah bobot non negatif  $w_{ij}$ , yang merupakan bobot dari kontribusi  $i$ th item untuk  $j$ th kriteria untuk nilai item  $i$ . Diasumsikan kriteria diurutkan dari bawah seperti  $w_{i1} \geq w_{i2} \geq \dots \geq w_{ij}$  untuk semua item  $i$ . Tujuannya adalah untuk menjumlahkan banyak nilai performansi dari sebuah item dengan memperhatikan kriteria yang berbeda menjadi satu nilai untuk selanjutnya digunakan pada klasifikasi persediaan ABC. Model yang dirumuskan oleh Ng untuk tujuan penjumlahan adalah seperti di bawah ini :

$$\text{Max } S_i = \sum_{j=1}^J y_{ij} w_{ij} , \quad 2.2$$

$$\text{s.t } \sum_{j=1}^J w_{ij} = 1 \quad 2.3$$

$$w_{ij} \geq w_{i(j+1)} \geq 0, j= 1, 2, \dots J-1 \quad 2.4$$

$$w_{ij} \geq 0, j= 1, 2, \dots J \quad 2.5$$

Berdasarkan perubahan  $u_{ij} = w_{ij} - w_{i(j+1)}$ ,  $u_{ij} = w_{ij}$  dan  $x_{ij} = \sum_{k=1}^J y_{ik}$ , maka model (2.2) dirubah menjadi model di bawah ini untuk semua item persediaan :

$$\text{Max } S_i = \sum_{j=1}^J x_{ij} u_{ij} , \quad 2.6$$

$$\text{s.t } \sum_{j=1}^J u_{ij} = 1 \quad 2.7$$

$$u_{ij} \geq 0, j= 1, 2, \dots J \quad 2.8$$

Sehingga nilai maksimal  $S_i$  dapat diperoleh dengan dual dari (2,3). Jadi, nilai  $S_i$  dari  $i$ th item persediaan dapat diperoleh dengan  $\max_{j=1,2,\dots,j} (\frac{1}{j} \sum_{k=1}^j y_{ik})$



### 2.2.2 Klasifikasi Pola Permintaan Material

Pada mayoritas kasus permintaan material *consumable* yang ada di PLTU X mempunyai interval waktu yang tidak tertatur dan jumlahnya sangat bervariasi. Hal ini ditunjukkan dalam Gambar 2.2



Gambar 2.1 Contoh Permintaan *Intermittent* (Collegaro, 2010)

$\epsilon_i$  = Permintaan atau konsumsi (*pieces*)

$t_i$  = Interval antara permintaan yang berurutan

Untuk mengevaluasi karakteristik permintaan material, digunakan dua parameter yaitu :

- ADI (*Average Inter-Demand Interval*) adalah rata-rata interval antara dua permintaan *spare parts*.
- CV (*Coefficient of Variation*) adalah standar deviasi dari *demand* dibagi dengan rata-rata *demand*.

$$ADI = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N} \quad 2.9$$

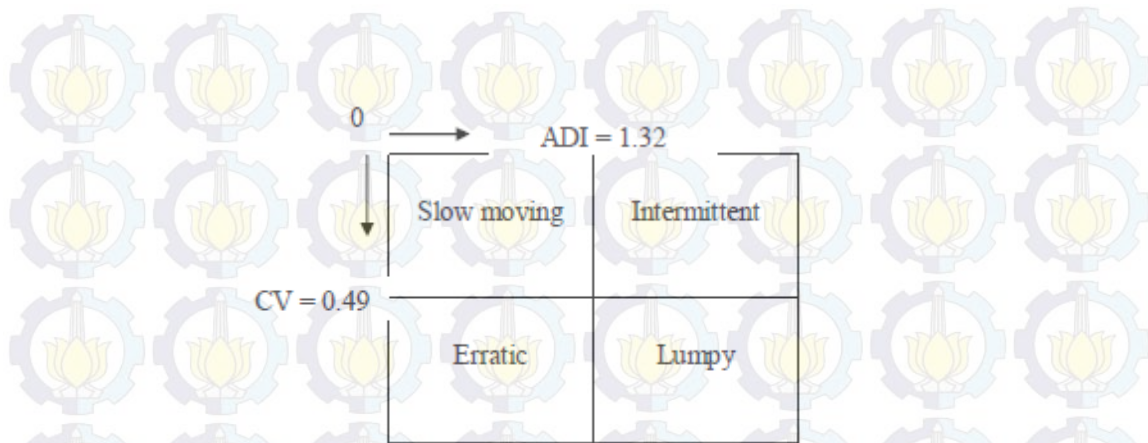
$$CV = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\epsilon_i - \bar{\epsilon})^2}{N}}}{\bar{\epsilon}} \quad 2.10$$

di mana;

$$\bar{\epsilon} = \frac{\sum_{i=1}^N \epsilon_i}{N} \quad 2.11$$

Ghobbar et al. (2003) menyarankan untuk membuat batasan yang lebih detail terhadap karakteristik permintaan yang *intermittent*. Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan kategori permintaan *spare parts* :





Gambar 2.2 Klasifikasi Karakteristik Permintaan  
(Ghobar et al., 2003)

Pada Gambar 2.3 menunjukkan bahwa batasan nilai untuk membedakan permintaan *intermittent* yang diusulkan adalah ADI sebesar 1.32 dan CV sebesar 0.49. Berikut ini adalah karakteristik dari keempat klasifikasi tersebut :

- *Slow Moving* adalah klasifikasi item yang mempunyai karakteristik mirip dengan persediaan pada umumnya yang mempunyai tingkat rotasi rendah pada sistem produksi.
- *Intermittent* adalah klasifikasi item dimana banyak periode yang tidak ada permintaan dengan tidak memfokuskan pada variasi jumlah permintaan.
- *Erractic* adalah klasifikasi item dimana terdapat variasi yang sangat tinggi pada jumlah permintaan, namu distribusi permintaan cenderung konstan pada periode tersebut.
- *Lumpy* adalah klasifikasi item dimana banyak periode yang tidak ada permintaan dan mempunyai jumlah permintaan dengan tingkat variasi yang tinggi.

### 2.3 Peramalan Permintaan

*Forecasting* atau peramalan sering dianggap sebagai serangkaian metode untuk melakukan estimasi di kegiatan yang akan datang. Biasanya, dalam melakukan



peramalan hanya menentukan metode peramalan yang dipilih, padahal ada hal yang lebih dari itu, yaitu fungsi dari peramalan itu sendiri, (Tersine, 1994).

Chopra (2004) membagi metode peramalan menjadi empat jenis, yaitu :

1. Kualitatif. Metode peramalan secara kualitatif merupakan metode yang sangat subjektif dan mengandalkan *human judgement*. Metode ini dapat digunakan ketika histori data hanya sedikit. Metode semacam ini dibutuhkan untuk peramalan beberapa tahun ke depan pada industri baru.
2. *Time series*. Metode *time series* menggunakan histori data permintaan untuk melakukan peramalan. Pada metode ini diasumsikan bahwa data histori permintaan yang telah lalu merupakan indikator yang baik untuk permintaan di masa depan. Metode ini baik digunakan ketika variasi pola permintaan tidak terdapat perbedaan yang signifikan.
3. Kasual. Dalam metode peramalan kasual disumsikan bahwa peramalan permintaan terdapat hubungan yang erat dengan faktor lingkungan (keadaan ekonomi, *interest rates*, dll.).
4. Simulasi. Metode peramalan dengan simulasi dapat meniru pola permintaan yang telah terjadi, sehingga dapat memperkirakan permintaan di masa depan sesuai dengan pola permintaan eksisting.

### **2.3.1 Metode Croston**

Metode Croston merupakan metode yang memperhitungkan jumlah permintaan dan *inter-arrival time* antar permintaan. Metode Croston (CR) dikenalkan oleh sejak tahun 1972. Johnston dan Boylan (1996) menjelaskan bahwa metode Croston selalu lebih baik dibandingkan dengan *exponential smoothing* ketika rata-rata *inter-arrival time* antar demand lebih besar pada interval *review* 1.25. Sani dan Kingsman (1997) membandingkan beberapa variasi peramalan dan metode pengelolaan persediaan dari data histori tingkat permintaan *spare parts* yang rendah. Berdasarkan biaya dan *service level*, metode peramalan terbaik adalah metode



Croston. Metode Croston merupakan metode peramalan yang lebih akurat untuk estimasi permintaan yang *intermittent*.

Metode Croston terdiri dari dua langkah utama, yaitu mengestimasi rata-rata permintaan *non-zero* dan mengestimasi rata-rata interval antar permintaan. Dengan metode Croston hasil peramalan merupakan pembagian antara permintaan yang diperbaharui ( $Z_t$ ) dan interval permintaan ( $P_t$ ). Pada periode *review*  $t$ , jika tidak terdapat permintaan maka diestimasi jumlah permintaan dan *inter-arrival time* pada akhir periode  $t$ ,  $Z_t$  dan  $P_t$ , masing-masing tidak berubah. Jika terjadi permintaan maka  $X_t > 0$ , sehingga estimasi diperbarui dengan rumus sebagai berikut :

$$Z_t = \begin{cases} z_{t-1}, & \text{if } X_t = 0 \\ \alpha \cdot X_t + (1 - \alpha)z_{t-1}, & \text{if } X_t > 0 \end{cases} \quad 2.12$$

$$q_t = \begin{cases} q_{t-1} + 1, & \text{if } X_t = 0 \\ 1, & \text{if } X_t > 0 \end{cases} \quad 2.13$$

$$P_t = \begin{cases} p_{t-1}, & \text{if } X_t = 0 \\ \alpha \cdot q_{t-1} + (1 - \alpha)p_{t-1}, & \text{if } X_t > 0 \end{cases} \quad 2.14$$

$$F_t = \frac{Z_t}{P_t} \quad 2.15$$

Dimana :

$X_t$  = permintaan aktual pada periode  $t$ .

$Z_t$  = rata-rata permintaan *non-zero*

$P_t$  = rata-rata interval permintaan *non-zero*

$F_t$  = *forecast demand* per periode  $t$

$q_t$  = Banyaknya periode setelah periode terakhir yang memiliki permintaan (*nonzero demand period*)

$\alpha$  = konstanta *smoothing*,  $0 \leq \alpha \leq 1$

### 2.3.2 Syntetos-Boylan Approximation

Metode *Syntetos-Boylan Approximation* (SBA) adalah salah satu metode modifikasi dari metode Croston. Syntetos dan Boylan (2005) menunjukkan bahwa metode Croston asli menghasilkan positif bias. Sehingga untuk memperbaiki metode Croston, Syntetos dan Boylan mengusulkan untuk menambahkan faktor  $(1-\alpha/2)$  untuk



mengestimasi rata-rata permintaan, dimana nilai konstanta *smoothing* digunakan untuk memperbarui interval antar permintaan.

$$F_t = (1 - \frac{\alpha}{2}) \frac{Z_t}{P_t} \quad 2.16$$

### 2.3.3 *Leven and Segerstedt Approximation*

Leven dan Segerstedt (2004) memodifikasi metode Croston dalam sebuah percobaan untuk mendapatkan metode yang universal untuk *slow moving item* maupun *fast moving item*. Selain itu ide dari modifikasi ini adalah karena pada prakteknya banyak kejadian jumlah permintaan yang berpengaruh pada waktu antar permintaan.

$$F_t = \frac{Z_t \alpha}{P_t} + (1 - \alpha) F_{t-1} \quad 2.17$$

### 2.3.4 Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo adalah bentuk simulasi dimana solusi dari masalah yang diberikan berdasarkan proses random (acak). Dalam melakukan proses acak melibatkan suatu distribusi probabilitas dari variable data yang dikumpulkan berdasarkan histori data maupun distribusi probabilitas teoritis. Bilangan acak digunakan untuk menjelaskan kejadian acak setiap waktu dari variabel acak dan secara berurutan mengikuti perubahan-perubahan yang terjadi dalam proses simulasi (Tersine, 1994).

Dobrican (2013) menggunakan metode simulasi Monte Carlo untuk meramalkan permintaan untuk persediaan produk otomotif *aftermarket parts*. Model dari simulasi Monte Carlo dapat membantu manajer untuk menentukan skenario dari pembelian persediaan. Model akan dikembangkan dengan mencoba beberapa skenario dan memasukkan beberapa elemen dari *what-if analysis*. Selain itu model juga dapat dikembangkan untuk skenario pembelian semua produk untuk kebutuhan manufaktur yang memungkinkan untuk dilakukan penggabungan pembelian. Sehingga hasil peramalan dianggap sangat penting untuk mendukung proses

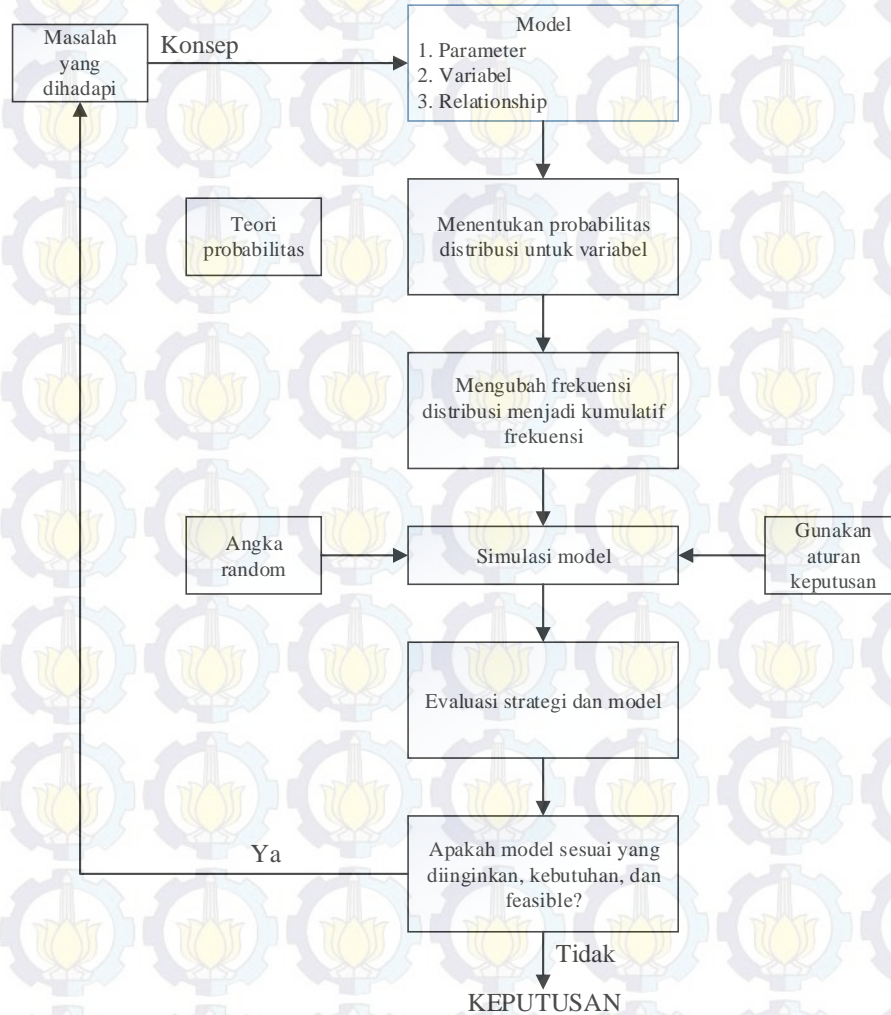


pengambilan keputusan yang berkaitan dengan manajemen persediaan produk otomotif *aftermarket*.

Davies (2013) menggunakan metode simulasi Monte Carlo untuk meramalkan permintaan pada *volatile product*. Dalam penelitiannya didapatkan bahwa hasil peramalan dengan simulasi Monte Carlo menghasilkan permintaan yang di-generate. Simulasi Monte Carlo merupakan metode yang efektif untuk model yang mempunyai tingkat variasi tinggi. Metode ini menghasilkan peramalan yang lebih konsisten.

Metode simulasi ini mempunyai sifat dasar stokastik dimana metode ini digunakan berdasarkan penggunaan angka acak dan kemungkinan untuk mengidentifikasi masalah. Berikut ini adalah gambaran langkah-langkah dalam simulasi Monte Carlo :





Gambar 2.3 Simulasi Monte Carlo (Tersine, 1994)

Beberapa rumus yang dikenal dalam simulasi Monte Carlo adalah sebagai berikut ini :

$$P_i = f_i/n \quad 2.18$$

$$I_k = \frac{\text{Nilai max} - \text{Nilai min}}{K} \quad 2.19$$

$$R = \left( \frac{z_{\alpha/2} S_0}{e} \right)^2 \quad 2.20$$

Dimana :

$P_i$  = probabilitas kejadian  $i$

$f_i$  = frekuensi kejadian  $i$



$n$  = jumlah frekuensi semua kejadian  
 $Ik$  = interval kemungkinan bilangan random  
 $K$  =  $1 + 3.32 \log n$   
 $R$  = jumlah replikasi  
 $Z_{\alpha/2}$  = level *significance*  
 $S_0$  = standar deviasi  
 $e$  = *error*

## 2.4 Perhitungan Tingkat Akurasi Peramalan

Menurut Tersine (1994) kesalahan dalam melakukan peramalan dapat terjadi dengan dua cara. Pertama adalah saat membuat keputusan memilih beberapa teknik peramalan dan kedua adalah saat melakukan evaluasi pada teknik-teknik peramalan yang digunakan. Masing-masing teknik peramalan akan dibandingkan dengan data histori dan kesalahan peramalan yang terkecil akan dijadikan instrument dalam peramalan.

Ada banyak metode yang digunakan untuk mengukur kesalahan peramalan atau *forecast error*. Namun metode yang biasa digunakan adalah untuk mengukur *forecast error* dan variabilitas adalah MAD dan MSE. MAD adalah rata-rata *error* absolut dan MSE adalah rata-rata *square error*. Keduanya digunakan untuk mengukur deviasi dari peramalan dan tidak mempertimbangkan *error* bernilai positif atau negatif.

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |Y_1 - \hat{Y}_1|}{n} \quad 2.21$$

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_1 - \hat{Y}_1)^2}{n} \quad 2.22$$

Dimana

$Y_1$  = permintaan aktual pada periode  $i$   
 $\hat{Y}_1$  = permintaan hasil peramalan pada periode  $i$   
 $n$  = jumlah periode waktu yang diobservasi  
 $Y_1 - \hat{Y}_1$  = deviasi atau *forecast error*



## 2.5 Mekanisme Pengendalian Persediaan

Menurut Silver (1985), terdapat tiga masalah utama yang menjadi dasar dalam pengendalian persediaan, yaitu seberapa sering seharusnya status persediaan ditentukan, kapan seharusnya status persediaan ditentukan, kapan seharusnya pemesanan dilakukan, dan berapa banyak jumlah yang harus dipesan. Sistem pengendalian persediaan secara garis besar dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

### 1. Sistem Pengendalian *Periodic Review*

Dalam kebijakan *periodic review*, tingkat persediaan dimonitor pada interval waktu (R) yang sama. Dengan demikian periode pemesanan akan selalu tetap namun dengan jumlah pemesanan yang bervariasi. Tujuan dari sistem *periodic review* sendiri adalah menentukan nilai optimal periode waktu pemesanan (R) dan nilai persediaan maksimal (S) dengan total biaya persediaan yang paling minimal.

### 2. Sistem Pengendalian *Continuous Review*

Dalam kebijakan *continuous review*, tingkat persediaan selalu dimonitor secara kontinu. Pemesanan akan dilakukan ketika tingkat persediaan mencapai titik *reorder point*. Tujuan dari sistem *continuous review* adalah menentukan nilai optimal jumlah pemesanan (Q) dan *reorder point* (s) dengan total biaya yang paling minimal.

#### 2.5.1 Sistem Pengendalian (s,Q)

Dalam sistem (s,Q), pemesanan sejumlah Q akan dilakukan ketika posisi persediaan berada di level *reorder point* atau lebih rendah. Sehingga dapat dikatakan bahwa posisi persediaan merupakan *trigger* dalam melakukan pemesanan. Parameter (s, Q) adalah *reorder point* atau level dari posisi persediaan dimana harus dilakukan pemesanan. Sedangkan *order quantity* (Q) adalah jumlah item yang dipesan dalam setiap kali melakukan pemesanan. Silver dkk (1985) menuliskan dalam bukunya salah satu formulasi sistem (s,Q) adalah sebagai berikut :



$$Q = EOQ \sqrt{1 + \frac{B_1}{A} p_u \geq (k)} \quad 2.23$$

$$k = \sqrt{2 \ln \left[ \frac{1}{2\sqrt{2\pi}} \left( \frac{B_1}{A} \right) \left( \frac{\sigma_L}{Q} \right) \left( \frac{EOQ}{\sigma_L} \right)^2 \right]} \quad 2.24$$

$$s = x_L + k\sigma_L \quad 2.25$$

Dimana :

EOQ = *Economic Order Quantity*

A = *Biaya pemesanan*

D = *Demand*

$\sigma_L$  = *Standar deviasi demand selama lead time*

$p_u \geq (k)$  = *Fungsi dari unit normal variable*

## 2.5.2 Sistem Pengendalian (R,s,S)

Kebijakan pengendalian (R,s,S) merupakan kombinasi antara sistem (s,S) dan (R,S). Setiap periode tertentu, posisi persediaan diperiksa. Pada sistem persediaan ini, pemesanan dilakukan ketika posisi persediaan pada level s untuk memenuhi persediaan pada level S. Apabila persediaan belum mencapai posisi persediaan pada level s, maka tidak dilakukan pemesanan hingga periode R selanjutnya. Silver dkk (1985) dalam bukunya menuliskan salah satu formulasi model sistem (R,s,S) yang merupakan pengembangan dari *power approximation* dengan menentukan 2 parameter pengendali persediaan yaitu  $Q = S - s$ . Berikut ini adalah langkah-langkah dalam model pengembangan *power approximation* :

### Langkah 1

Hitung

$$Q_p = 1.30x_R^{0.494} \left( \frac{A}{vr} \right)^{0.506} \left( 1 + \frac{\sigma_{R+L}^2}{x_R^2} \right)^{0.116} \quad 2.26$$

Dan

$$S_p = 0.973x_{R+L} + \sigma_{R+L} \left( \frac{0.183}{z} + 1.603 - 2.192z \right) \quad 2.27$$

Dimana



$$z = \frac{Q_p^r}{\sqrt{\sigma_{R+L} B_3}} \quad 2.28$$

$$x_R = DR \quad 2.29$$

$$x_{R+L} = D(R + L) \quad 2.30$$

### Langkah 2

Jika  $Q_p/x_R > 1.5$  maka :

$$s = s_p \quad 2.31$$

$$S = s_p + Q_p \quad 2.32$$

### Langkah 3

Hitung

$$S_0 = x_{R+L} + k\sigma_{R+L} \quad 2.33$$

Jika  $k$  sudah memuaskan maka,

$$P_u(k) = \frac{r}{B_3 + r} \quad 2.34$$

Sehingga,

$$s = \text{minimum}\{s_p, S_0\} \quad 2.35$$

$$S = \text{minimum}\{s_p + Q_p, S_0\} \quad 2.36$$

Dimana :

A = Biaya pemesanan

vr = Biaya penyimpanan per tahun

D = Demand per tahun

$\sigma_{(R+L)}$  = Standar deviasi demand selama periode review dan lead time

$x_{(R+L)}$  = Rata-rata demand selama periode review dan lead time

$x_R$  = Rata-rata demand selama periode review

s = Reorder point

S = Maksimum persediaan

$B_3$  = Biaya shortage item

## 2.6 Penelitian Terdahulu

*Review* penelitian terdahulu dilakukan dengan tujuan melihat perbandingan antara penelitian yang dilakukan sekarang dengan yang sudah dilakukan. *Review* penelitian terdahulu terkait dengan metode yang digunakan dalam penelitian yang akan dilakukan. Berikut ini adalah beberapa *review* dari penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian tugas akhir ini :

1. Ghobbar & Friend (2003)

Penelitian yang dilakukan Ghobbar & Friend berjudul "*Evaluation of forecasting methods for intermittent parts demand in the field of aviation: a predictive model*". Pada penelitian ini dibahas mengenai beberapa metode untuk memprediksi permintaan *spare parts* pada perusahaan *aircraft maintenance*. Hasil eksperimen dari 13 metode peramalan, termasuk yang digunakan oleh perusahaan *aircraft* tersebut, diperiksa dan diklarifikasi dengan analisis statistik. Secara general, pendekatan dilakukan dengan model linier untuk menjelaskan variasi atribut pada faktor eksperimental dan interaksinya. Data historis dari perusahaan digunakan untuk membandingkan metode beberapa peramalan pada permintaan *intermittent*. Dalam penelitian ini juga dilakukan pendekatan baru untuk mengevaluasi peramalan, dengan model *predictive error-forecasting*. Dalam pendekatan ini dilakukan perbandingan dan evaluasi metode peramalan berdasarkan *factor level* ketika terdapat *intermittent*.

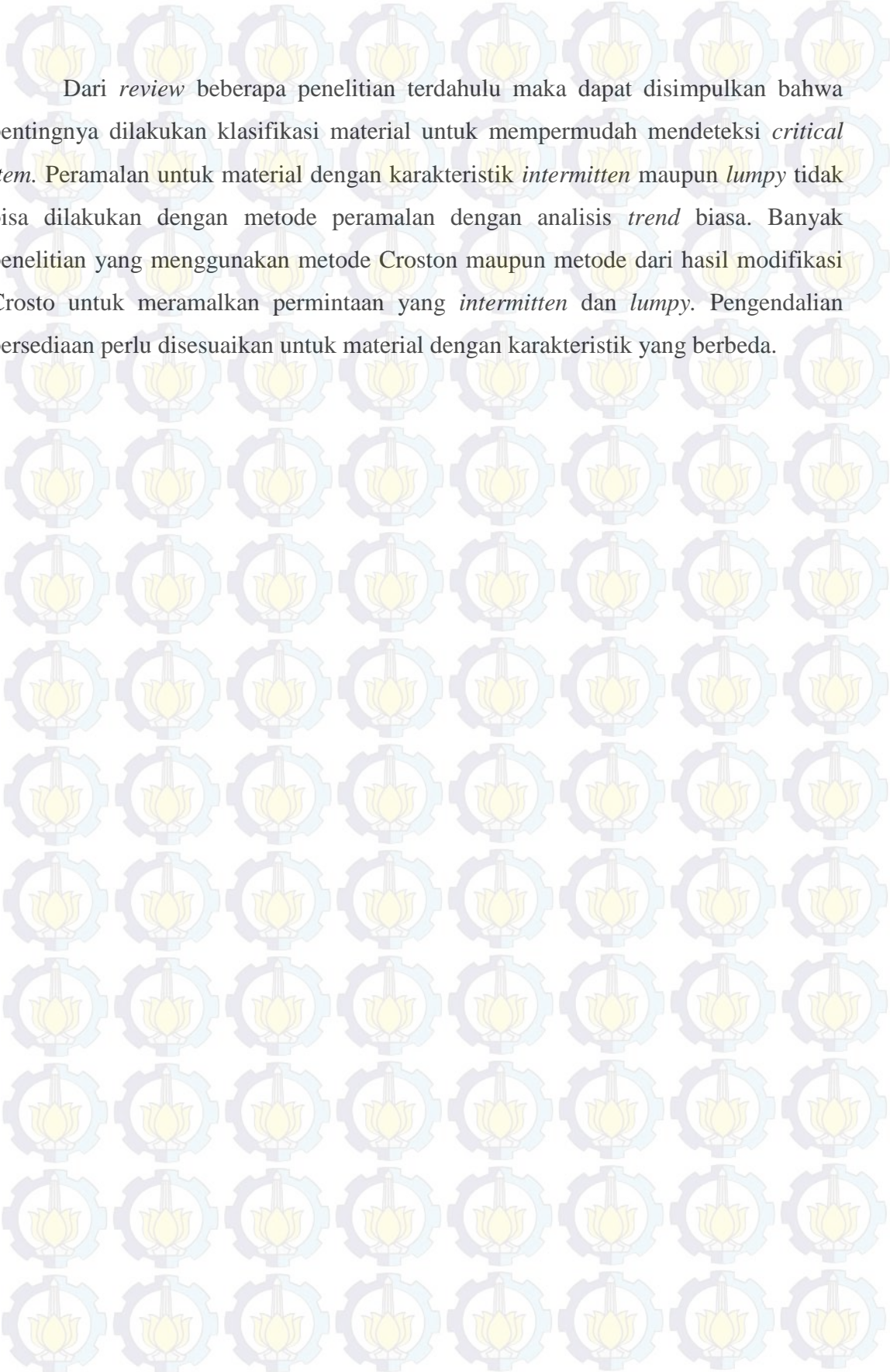


2. Trimadania (2011)

Penelitian yang dilakukan oleh Trimadania berjudul “Penurunan Biaya Persediaan Barang MRO Menggunakan Sistem Min-Max”. Objek dalam penelitian ini adalah perusahaan jasa untuk kegiatan eksplorasi dan produksi minyak dan gas. Kegiatan perusahaan tersebut mengakibatkan adanya persediaan barang MRO yang sangat mahal. Sehingga dalam penelitian tersebut dilakukan upaya penurunan biaya persediaan MRO menggunakan sistem Min-Max dengan metode peramalan Croston untuk permintaan *lumpy*. Sedangkan *Single Exponential Smoothing* digunakan untuk permintaan yang berpola regular. Hasil dari penelitian tersebut adalah jumlah pesan ekonomis, *reorder point quantity*, *safety stock*, dan tingkat persediaan maksimum.

3. Kurniyah (2012)

Penelitian ini dilakukan di perusahaan yang bergerak di *maintenance, repair, dan overhaul*. Pada perusahaan tersebut terdapat persediaan berkaitan dengan kegiatan MRO. Tiap material memiliki karakteristik yang berbeda. Peneliti melakukan klasifikasi material berdasarkan parameter yaitu *dollar usage*, harga, dan *lead time*. Kemudian dilakukan perhitungan pengendalian persediaan material dengan menggunakan metode existing perusahaan (*min-max level*), metode (s, Q), dan metode (R, s, S). Dari hasil perhitungan *lot sizing* dengan ketiga metode tersebut akan dibuat *Material Requirement Planning* (MRP) untuk tiap metode. Hasil yang didapat dari MRP yaitu jumlah material yang akan dipesan, waktu pengadaan, total biaya pengadaan, dan *Inventory Turn Over* (ITO). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis metode pengendalian persediaan yang sesuai untuk tiap kelas material. Penentuan metode *lot sizing* didasarkan pada kemungkinan terjadinya *stockout*, ITO, dan total biaya pengadaan.



Dari *review* beberapa penelitian terdahulu maka dapat disimpulkan bahwa pentingnya dilakukan klasifikasi material untuk mempermudah mendeteksi *critical item*. Peramalan untuk material dengan karakteristik *intermitten* maupun *lumpy* tidak bisa dilakukan dengan metode peramalan dengan analisis *trend* biasa. Banyak penelitian yang menggunakan metode Croston maupun metode dari hasil modifikasi Crosto untuk meramalkan permintaan yang *intermitten* dan *lumpy*. Pengendalian persediaan perlu disesuaikan untuk material dengan karakteristik yang berbeda.



## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan dijelaskan mengenai metodologi dalam pengerjaan penelitian. Metodologi penelitian merupakan alur atau tahapan-tahapan dalam pengerjaan penelitian ini. Metodologi penelitian berguna untuk mengarahkan alur pelaksanaan penelitian agar berjalan baik dan runtut. Metodologi penelitian dalam penelitian ini terdiri dari tahap awal, tahap pengumpulan data dan pengolahan data, serta tahap analisis dan kesimpulan. *Flowchart* dari metodologi akan ditunjukkan pada Gambar 3.1.

#### 3.1 Tahap Awal

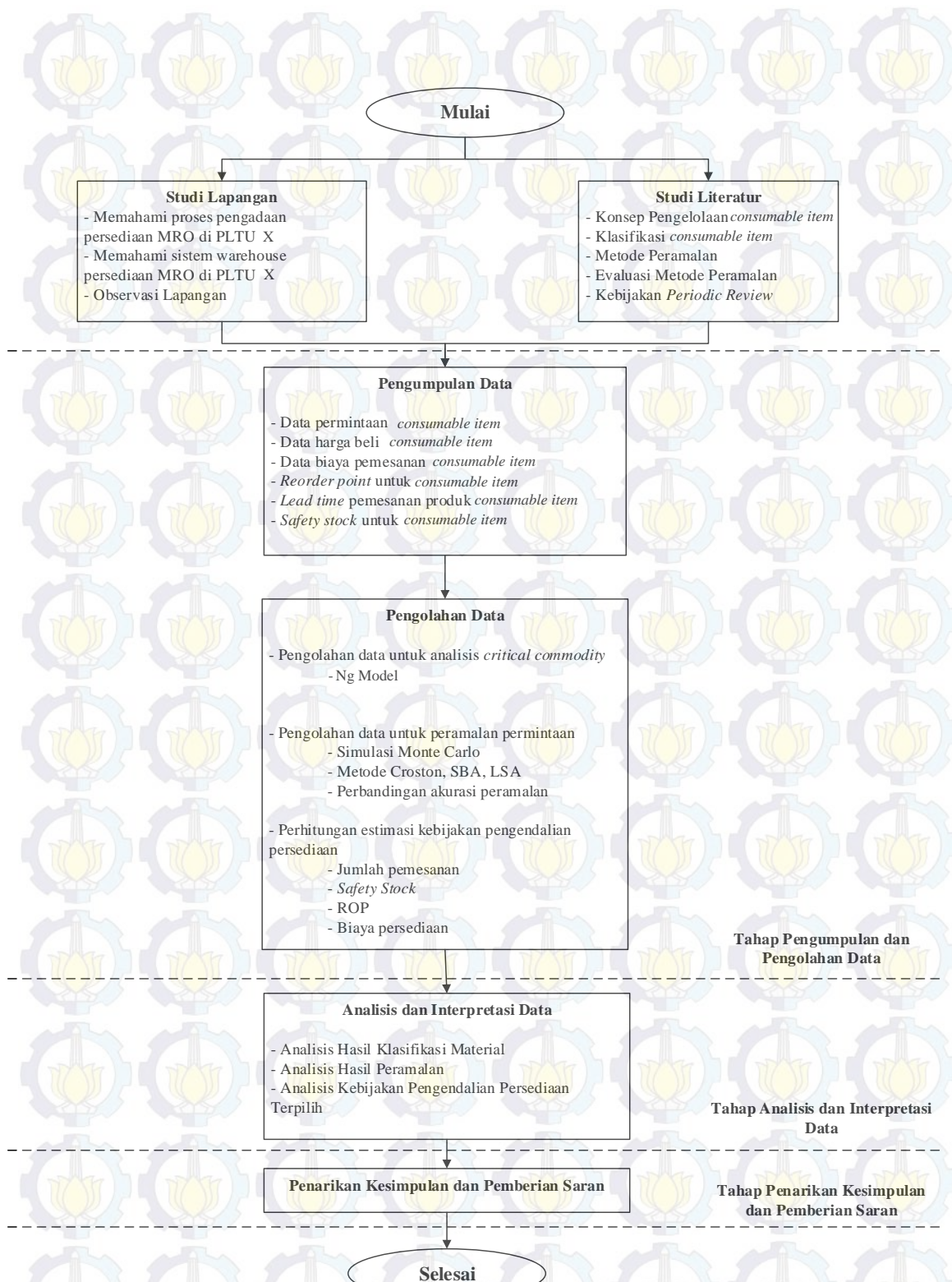
Pada tahap awal penelitian ini dilakukan identifikasi dan perumusan masalah. Untuk menunjang tahap awal penelitian, maka dilakukan studi literatur dan studi lapangan.

##### 1. Studi Literatur

Tahap studi literatur dilakukan dengan mempelajari teori terkait dengan penelitian yang dilakukan. Teori tersebut adalah manajemen persediaan, klasifikasi persediaan, dan metode peramalan seperti simulasi Monte Carlo dan Metode Croston. Studi literatur dilakukan sebagai pedoman teoritis dalam pengerjaan tugas akhir ini.

##### 2. Studi Lapangan

Tahap studi lapangan dilakukan untuk mendapatkan gambaran nyata masalah yang sedang dihadapi PLTU X, khususnya terkait dengan manajemen persediaan. Hal-hal yang dilakukan dalam studi lapangan adalah melakukan observasi langsung di objek amatan, memahami sistem pengadaan material di PLTU X, dan memahami sistem *warehouse* yang ada.



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian



### **3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data**

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dan kemudian dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan solusi dari permasalahan yang telah dirumuskan dalam penelitian tugas akhir ini.

#### **3.1.1 Pengumpulan Data**

Pada tahap ini akan dilakukan pengumpulan data terkait permasalahan manajemen persediaan yang akan dibahas dari PLTU X. Semua data yang diperlukan dalam pengerjaan penelitian ini dikumpulkan yang selanjutnya digunakan untuk pengolahan data. Berikut ini adalah data yang diperlukan untuk melakukan penelitian tugas akhir :

- Data permintaan *consumable item*
- Data harga beli *consumable item*
- *Reorder point* untuk *consumable item*
- *Lead time* untuk pemesanan produk
- *Safety stock* untuk *consumable item*

Data-data tersebut dikumpulkan dari *database* dan data histori serta hasil dari wawancara terhadap *stakeholder* yang terkait di PLTU X.

#### **3.1.2 Pengolahan Data**

Dalam penelitian ini tahap pertama yang dilakukan adalah pengolahan data untuk analisis inventory. Pengolahan data untuk analisis inventory dilakukan beberapa tahap sebagai berikut :

##### **3.1.2.1 Klasifikasi Material**

Tahapan awal yang dilakukan dalam pengolahan data adalah klasifikasi material. Di PLTU X material yang adalah dalam gudang dibagi menjadi dua jenis yaitu tipe *spare part* dan tipe *consumable*. Dalam penelitian ini material tipe *consumable* yang akan dijadikan objek amatan. Klasifikasi material *consumable*



dilakukan berdasarkan frekuensi penggunaan dan harga beli material. Metode yang digunakan untuk melakukan klasifikasi adalah pemetaan dengan Ng Model. Dengan mempertimbangkan tiga parameter yaitu total biaya *annual usage*, harga material, dan *lead time*. Klasifikasi tersebut akan didapatkan material mana saja yang masuk dalam kelas A (material penting dan kritis), kelas B (tingkat kepentingan dibawah kelas A), dan kelas C (material tidak menjadi focus utama).

### 3.1.2.2 Perhitungan *Forecast Demand Material*

Setelah didapatkan klasifikasi material, maka selanjutnya dilakukan *forecast demand* material untuk periode 1 tahun ke depan. Karena berdasarkan data histori yang didapat karakteristik permintaan material banyak terdapat *zero-demand* dan sangat bervariasi maka *forecast* dilakukan dengan empat metode yang dianggap sesuai dengan karakteristik tersebut. Metode yang digunakan adalah metode Croston, metode SBA dan metode LSA yang merupakan modifikasi dari metode Croston asli. Selain itu *forecast* juga dilakukan dengan metode simulasi Monte Carlo.

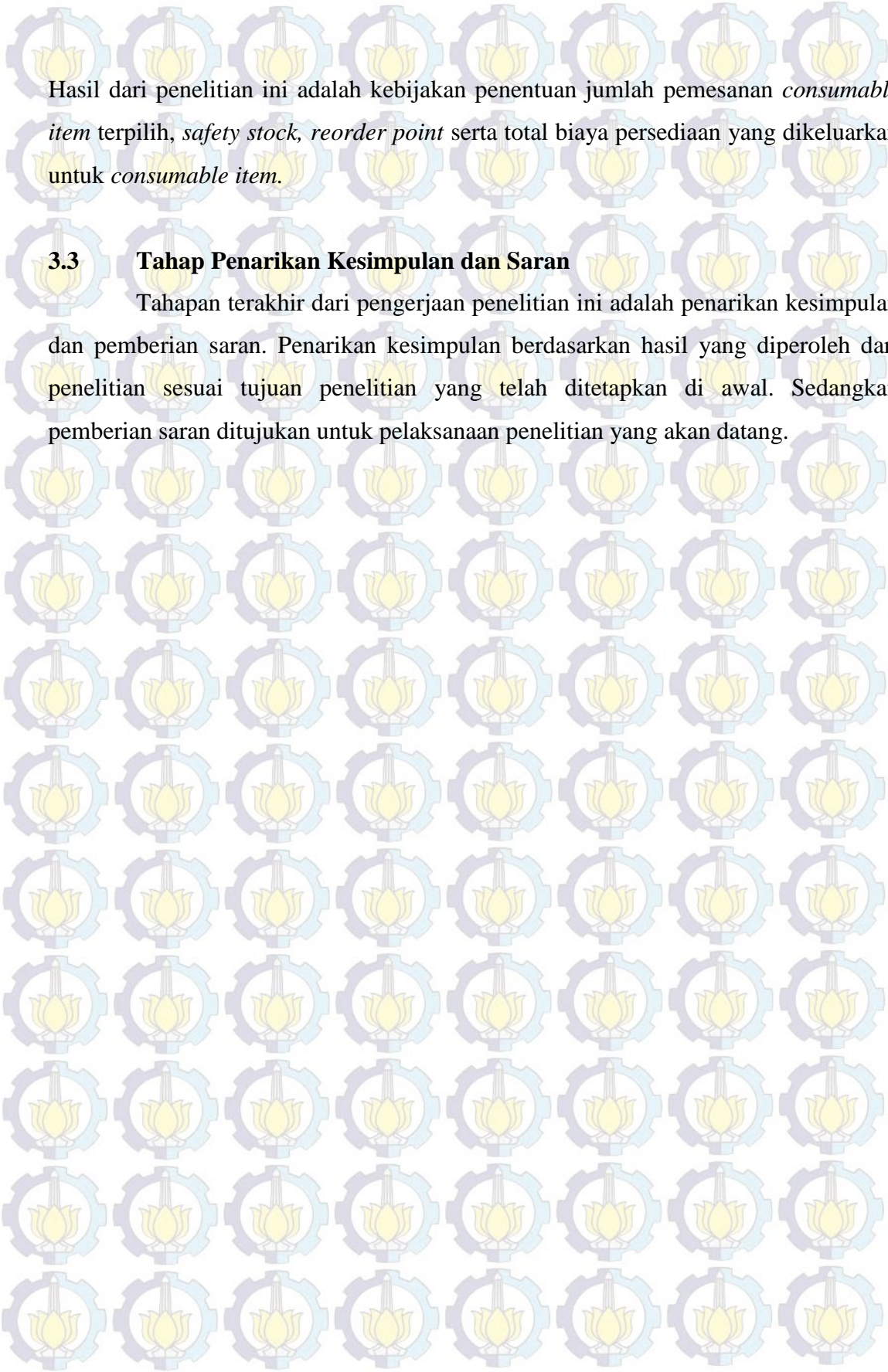
### 3.1.2.3 Perhitungan *Lot Sizing* dengan Metode (s,Q) dan (R,s,S)

Setelah dilakukan *forecast* langkah selanjutnya adalah perhitungan *lot sizing* yang akan dilakukan dengan dua metode yaitu metode (s,Q) sistem dan metode (R,s,S) sistem. Dalam metode (s,Q) akan dihitung *reorder point* (s) dan kuantitas pembelian (Q). Sedangkan dalam metode (R,s,S) akan didapatkan nilai *reorder point* (s) dan maksimum stok (S). Disini akan dilakukan perhitungan periode s dan S dengan periode *review*  $R = 4$  minggu.

## 3.2 Tahap Analisis dan Interpretasi

Pada tahap ini dilakukan analisis dan interpretasi terhadap hasil pengolahan data. Analisis yang akan dilakukan antara lain analisis klasifikasi dari persediaan *consumable item*, analisis hasil peramalan dengan simulasi Monte Carlo, Metode Croston, SBA, dan LSA serta analisis kebijakan dari persediaan *consumable item*.





Hasil dari penelitian ini adalah kebijakan penentuan jumlah pemesanan *consumable item* terpilih, *safety stock*, *reorder point* serta total biaya persediaan yang dikeluarkan untuk *consumable item*.

### **3.3 Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran**

Tahapan terakhir dari pengerjaan penelitian ini adalah penarikan kesimpulan dan pemberian saran. Penarikan kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian sesuai tujuan penelitian yang telah ditetapkan di awal. Sedangkan pemberian saran ditujukan untuk pelaksanaan penelitian yang akan datang.





## BAB 4

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab 4 ini akan dilakukan pengumpulan dan pengolahan data dari penelitian. Pengumpulan data dilakukan untuk seluruh data-data yang dibutuhkan dalam kaitannya dengan penelitian. Berdasarkan data yang diperoleh tersebut, kemudian dilakukan pengolahan data.

#### 4.1 Pengumpulan Data

Pada sub bab ini berisi mengenai data-data yang didapatkan dari perusahaan. Data-data tersebut akan digunakan untuk proses pengolahan data. Data yang dikumpulkan untuk melakukan pengolahan data antara lain data permintaan material, data harga material, data *lead time*, dan data biaya yang terkait untuk dilakukan pengolahan data.

##### 4.1.1 Data Permintaan Material

Berikut ini merupakan data permintaan per minggu material *consumable* di PLTU X selama periode Januari 2014 – Desember 2014.



Tabel 4. 1 Data Permintaan Material

No	Itemnum	Description item	Order Unit	Commodity Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	100003273	LAMP, LED, 180 WATT (3X60 WATT), 22	PCS	GENERAL	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	100004025	HELIUM,TECHNICAL, 150 KG/CM2, He 7 9	BOTTLE	CHEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	100000964	CLEANER,INDUSTRIAL,MULTI PURPOSE,	PAIL	GENERAL	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	100003348	CLEANER, CHEMICAL & DEGREASER, 30	PAIL	GENERAL	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	100000896	ARGON,TECHNICAL, 6 M3, 150 KG/CM2	BOTTLE	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	100000895	ACETYLENE,TECHNICAL, 150 KG/CM2, 6	BOTTLE	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	100000276	GREASE,GENERAL PURPOSE, NLGI 2, CAL	PAIL	LUBR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	100002118	GREASE,GENERAL PURPOSE, NLGI 2, LIT	PAIL	LUBR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	100000440	MASK,AIR FILTERING, ANTI POLLUTION	PCS	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10	100003350	INSPECTION PENETRANT REMOVER, 30	PAIL	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	100002116	GREASE,GENERAL PURPOSE, NLGI 2, LIT	PAIL	LUBR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	100006861	ADHESIVE, FIBER GLUE, 30 KG, INC. HAR	PAIL	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	100000278	GREASE,GENERAL PURPOSE, NLGI 3, LIT	PAIL	LUBR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
14	100002055	PACKING, ASBESTOS, PACKING SHEET, 20	SHEET	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	100005641	PACKING, ASBESTOS, PACKING SHEET, 15	SHEET	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	100000897	OXYGEN,TECHNICAL, 150 KG/CM2, 6 M3	BOTTLE	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	2	3	1
17	100000794	REGULATOR,COMPRESSED GAS, FOR ACE	SET	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
18	100000795	REGULATOR,COMPRESSED GAS, FOR OXY	SET	GENERAL	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	100005263	ROD,WELDING, ? = 2.5 MM, REF: ZENITH	KG	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	
20	100003704	CABLE, UTP, NON PLENUM, PVC, CAT 5,	ROLL	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	100005262	ROD,WELDING, 3,2 MM, ELECTRODES FO	KG	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
22	100003252	GREASE CONTACT, 380V/ 220V, DIELECT	TUBE	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
23	100005815	SEAL, DUCT, 12.2 LBS ? 0.30 LBS/ PAIL	PAIL	GENERAL	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	100002050	PACKING, GRAPHITE, PACKING SHEET, 20	SHEET	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	100002986	PLASTIC ROLL, PVC CLEAR, 0,5X1200X50	ROLL	GENERAL	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	100002274	DRILL SET,TWIST, 1 - 13 MM	SET	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	100008336	FOAM LIQUID,FIRE EXTINGUISHING, 9 L	CYLINDER	CHEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	100001024	FOAM LIQUID,FIRE EXTINGUISHING, FOA	CYLINDER	CHEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	5	0	2	6	2	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
29	100000578	PACKING, GRAPHITE, GLAND PACKING, 1	KG	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	100002036	PACKING, TEFLON, GLAND PACKING, 1 1	KG	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
31	100002037	PACKING, GRAPHITE, GLAND PACKING, 1	KG	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
32	100002039	PACKING, TEFLON, GLAND PACKING, 1/2	KG	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
33	100002042	PACKING, TEFLON, GLAND PACKING, 3/8	KG	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
34	100002043	PACKING, TEFLON, GLAND PACKING, 5/8	KG	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
280	100001548	CLAMP,HOSE, 1/2 INCH	PCS	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
281	100000225	MASK,AIR FILTERING, WHITE, KASA	PCS	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1



Tabel 4.1 Data Permintaan Material (lanjutan)

No	Itemnum	Description item	Order Unit	Commodity Group	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
1	100003273	LAMP, LED, 180 WATT (3X60 WATT), 22	PCS	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	100004025	HELIUM, TECHNICAL, 150 KG/CM2, He 79	BOTTLE	CHEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	100000964	CLEANER, INDUSTRIAL, MULTI PURPOSE	PAIL	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	100003348	CLEANER, CHEMICAL & DEGREASER, 30	PAIL	GENERAL	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
5	100000896	ARGON, TECHNICAL, 6 M3, 150 KG/CM2	BOTTLE	GENERAL	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	100000895	ACETYLENE, TECHNICAL, 150 KG/CM2, 6	BOTTLE	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	100000276	GREASE, GENERAL PURPOSE, NLGI 2, CAL	PAIL	LUBR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	100002118	GREASE, GENERAL PURPOSE, NLGI 2, LIT	PAIL	LUBR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
9	100000440	MASK, AIR FILTERING, ANTI POLLUTION	PCS	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10	100003350	INSPECTION PENETRANT REMOVER, 30	PAIL	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	100002116	GREASE, GENERAL PURPOSE, NLGI 2, LIT	PAIL	LUBR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	100006861	ADHESIVE, FIBER GLUE, 30 KG, INC. HAR	PAIL	GENERAL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	100000278	GREASE, GENERAL PURPOSE, NLGI 3, LIT	PAIL	LUBR	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	100002055	PACKING, ASBESTOS, PACKING SHEET, 20	SHEET	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	100005641	PACKING, ASBESTOS, PACKING SHEET, 15	SHEET	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	100000897	OXYGEN, TECHNICAL, 150 KG/CM2, 6 M3	BOTTLE	GENERAL	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	100000794	REGULATOR, COMPRESSED GAS, FOR ACE	SET	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	100000795	REGULATOR, COMPRESSED GAS, FOR OXY	SET	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	100005263	ROD, WELDING, ? = 2.5 MM, REF: ZENITH	KG	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	100003704	CABLE, UTP, NON PLENUM, PVC, CAT 5,	ROLL	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	100005262	ROD, WELDING, 3,2 MM, ELECTRODES FO	KG	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	100003252	GREASE CONTACT, 380V/ 220V, DIELECT	TUBE	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	100005815	SEAL, DUCT, 12.2 LBS ? 0.30 LBS PAIL	PAIL	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	100002050	PACKING, GRAPHITE, PACKING SHEET, 2	SHEET	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	100002986	PLASTIC ROLL, PVC CLEAR, 0,5X1200X50	ROLL	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
26	100002274	DRILL SET, TWIST, 1 - 13 MM	SET	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	100008336	FOAM LIQUID, FIRE EXTINGUISHING, 9 L	CYLINDER	CHEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
28	100001024	FOAM LIQUID, FIRE EXTINGUISHING, FOA	CYLINDER	CHEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
280	100001548	CLAMP, HOSE, 1/2 INCH	PCS	GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
281	100000225	MASK, AIR FILTERING, WHITE, KASA	PCS	GENERAL	2	1	246	94	41	204	44	31	104	69	0	0	0	0	130	14	241	261	0	0	0	0	0	0	0	0



#### 4.1.2 Data Harga Material

Berikut ini merupakan data harga material *consumable* di PLTU X selama periode Januari 2014 – Desember 2014.

Tabel 4. 2 Data Harga Material

No	Itemnum	Description item	Order Unit	Unit Cost	Total Usage	Total Annual Cost
1	100003273	LAMP, LED, 180 WATT (3X60 WATT), 220-240 V	PCS	9,500,000	3	28,500,000
2	100004025	HELIUM, TECHNICAL, 150 KG/CM2, He 99.999%	BOTTLE	8,250,000	4	33,000,000
3	100000964	CLEANER, INDUSTRIAL, MULTI PURPOSE, 30 LIT	PAIL	4,703,738	2	9,407,476
4	100003348	CLEANER, CHEMICAL & DEGREASER, 30 LITER/	PAIL	3,898,125	3	11,694,375
5	100000896	ARGON, TECHNICAL, 6 M3, 150 KG/CM2	BOTTLE	3,800,000	4	15,200,000
6	100000895	ACETYLENE, TECHNICAL, 150 KG/CM2, 6 M3	BOTTLE	3,713,750	2	7,427,500
7	100000276	GREASE, GENERAL PURPOSE, NLGI 2, CALCIUM S	PAIL	3,696,000	5	18,480,000
8	100002118	GREASE, GENERAL PURPOSE, NLGI 2, LITHIUM/C	PAIL	3,508,560	2	7,017,120
9	100000440	MASK, AIR FILTERING, ANTI POLLUTION, > 0.3	PCS	3,373,700	16	53,979,200
10	100003350	INSPECTION PENETRANT REMOVER, 30 LITER/	PAIL	3,248,438	2	6,496,876
11	100002116	GREASE, GENERAL PURPOSE, NLGI 2, LITHIUM,	PAIL	3,118,500	2	6,237,000
12	100006861	ADHESIVE, FIBER GLUE, 30 KG, INC. HARDENER	PAIL	3,000,000	1	3,000,000
13	100000278	GREASE, GENERAL PURPOSE, NLGI 3, LITHIUM C	PAIL	2,772,000	5	13,860,000
14	100002055	PACKING, ASBESTOS, PACKING SHEET, 2000 X 1	SHEET	2,324,768	2	4,649,536
15	100005641	PACKING, ASBESTOS, PACKING SHEET, 1540 X 1	SHEET	2,324,768	2	4,649,536
16	100000897	OXYGEN, TECHNICAL, 150 KG/CM2, 6 M3	BOTTLE	2,254,600	14	31,564,400
17	100000794	REGULATOR, COMPRESSED GAS, FOR ACETYLEN	SET	2,200,000	2	4,400,000
18	100000795	REGULATOR, COMPRESSED GAS, FOR OXYGEN	SET	2,200,000	2	4,400,000
19	100005263	ROD, WELDING, ? = 2.5 MM, REF: ZENITH 939	KG	2,066,438	6	12,398,628
20	100003704	CABLE, UTP, NON PLENUM, PVC, CAT 5, 1000FT	ROLL	1,980,000	2	3,960,000
21	100005262	ROD, WELDING, 3,2 MM, ELECTRODES FOR STAI	KG	1,917,366	6	11,504,196
22	100003252	GREASE CONTACT, 380V/ 220V, DIELECTRIC TU	TUBE	1,892,000	5	9,460,000
23	100005815	SEAL, DUCT, 12.2 LBS ? 0.30 LBS/ PAIL	PAIL	1,870,000	2	3,740,000
24	100002050	PACKING, GRAPHITE, PACKING SHEET, 2 MM, U	SHEET	1,850,000	1	1,850,000
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
279	100000387	PLUG, EAR, ENCORDED, SOFT PVC-FREE FOAM,	PAIR	2,750	44	121,000
280	100001548	CLAMP, HOSE, 1/2 INCH	PCS	2,214	9	19,928
281	100000225	MASK, AIR FILTERING, WHITE, KASA	PCS	1,250	1489	1,861,250



### 4.1.3 Data Lead Time Material

Berikut ini merupakan data *lead time* material *consumable* di PLTU X yang didapatkan dari tiga kali penerimaan pada masing-masing jenis material.

Tabel 4. 3 Data *Lead Time* Material

No	Itemnum	Description item	Order Unit	LT1	LT2	LT3	Rata2 LT
1	100003273	LAMP, LED, 180 WATT (3X60 WATT), 220-240 V	PCS	5	6	7	6
2	100004025	HELIUM, TECHNICAL, 150 KG/CM2, He ? 99,99%,	BOTTLE	7	5	5	5
3	100000964	CLEANER, INDUSTRIAL, MULTI PURPOSE, 30 LIT	PAIL	7	7	7	7
4	100003348	CLEANER, CHEMICAL & DEGREASER, 30 LITER/	PAIL	7	4	5	5
5	100000896	ARGON, TECHNICAL, 6 M3, 150 KG/CM2	BOTTLE	7	7	4	6
6	100000895	ACETYLENE, TECHNICAL, 150 KG/CM2, 6 M3	BOTTLE	4	7	7	6
7	100000276	GREASE, GENERAL PURPOSE, NLGI 2, CALCIUM S	PAIL	7	7	4	6
8	100002118	GREASE, GENERAL PURPOSE, NLGI 2, LITHIUM/C	PAIL	7	6	7	6
9	100000440	MASK, AIR FILTERING, ANTI POLLUTION, > 0.3	PCS	6	6	4	5
10	100003350	INSPECTION PENETRANT REMOVER, 30 LITER/	PAIL	6	6	6	6
11	100002116	GREASE, GENERAL PURPOSE, NLGI 2, LITHIUM,	PAIL	6	6	7	6
12	100006861	ADHESIVE, FIBER GLUE, 30 KG, INC. HARDENER	PAIL	5	6	7	6
13	100000278	GREASE, GENERAL PURPOSE, NLGI 3, LITHIUM C	PAIL	7	5	4	5
14	100002055	PACKING, ASBESTOS, PACKING SHEET, 2000 X 1	SHEET	6	5	7	6
15	100005641	PACKING, ASBESTOS, PACKING SHEET, 1540 X 1	SHEET	5	4	4	4
16	100000897	OXYGEN, TECHNICAL, 150 KG/CM2, 6 M3	BOTTLE	7	4	5	5
17	100000794	REGULATOR, COMPRESSED GAS, FOR ACETYLEN	SET	4	5	4	4
18	100000795	REGULATOR, COMPRESSED GAS, FOR OXYGEN	SET	6	5	5	5
19	100005263	ROD, WELDING, ? = 2.5 MM, REF: ZENITH 939	KG	7	6	6	6
20	100003704	CABLE, UTP, NON PLENUM, PVC, CAT 5, 1000FT	ROLL	4	6	4	4
21	100005262	ROD, WELDING, 3,2 MM, ELECTRODES FOR STAI	KG	7	6	7	6
22	100003252	GREASE CONTACT, 380V/ 220V, DIELECTRIC TU	TUBE	6	4	5	5
23	100005815	SEAL, DUCT, 12.2 LBS ? 0.30 LBS/ PAIL	PAIL	6	5	5	5
24	100002050	PACKING, GRAPHITE, PACKING SHEET, 2 MM, U	SHEET	6	6	6	6
...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
279	100000387	PLUG, EAR, ENCORDED, SOFT PVC-FREE FOAM,	PAIR	1	1	1	1
280	100001548	CLAMP, HOSE, 1/2 INCH	PCS	1	1	1	1
281	100000225	MASK, AIR FILTERING, WHITE, KASA	PCS	1	1	1	1

## 4.2 Pengolahan Data

Pada sub bab ini akan dijelaskan proses dalam melakukan pengolahan data. Pengolahan data yang dimaksud meliputi pengolahan data untuk klasifikasi material, permalan permintaan untuk satu tahu ke depan, serta perbandingan kebijakan



pengendalian persediaan yang menghasilkan *output* jumlah pemesanan, *reorder point*, *safety stock*, dan total biaya persediaan.

#### 4.2.1 Klasifikasi Material

Dalam penelitian tugas akhir ini, objek pengamatan dilakukan pada material *consumable* di PLTU X dengan jumlah 281 item. Proses klasifikasi material terhadap 281 item tersebut dilakukan dengan mempertimbangkan 3 kriteria, yaitu total biaya tahunan, harga material, dan *lead time* pengiriman material. Adapun material yang diklasifikasikan menjadi 3 kelas, yaitu :

- Kelas A merupakan material yang dianggap paling kritis.
- Kelas B merupakan material yang dianggap tidak lebih kritis dibanding material kelas A.
- Kelas C merupakan material yang kurang kritis.

Dalam penelitian ini, klasifikasi material akan dilakukan dengan metode Ng Model yang dapat memperhitungkan performansi dari beberapa kriteria. Berikut ini adalah contoh perhitungan klasifikasi material dengan menggunakan Ng Model :

Contoh perhitungan pada material dengan nomer item 100000440.

Diketahui :

- Total biaya tahunan = 53.979.200 rupiah
- Harga material = 3.373.700 rupiah
- *Lead time* = 5 minggu
- Nilai minimum dari kriteria total biaya tahunan = 11.000
- Nilai maksimum dari kriteria total biaya tahunan = 76.824.000
- Nilai minimum dari kriteria harga material = 1.250
- Nilai maksimum dari kriteria harga material = 9.500.000
- Nilai minimum dari kriteria *leadtime* = 1
- Nilai maksimum dari kriteria *leadtime* = 7



Dalam melakukan perhitungan Ng Model, tahap awal yang dilakukan adalah menghitung nilai transformasi pada setiap item  $I$  pada kriteria  $j$  ( $y_{ij}$ ). Berikut ini adalah hasil nilai transformasi dari contoh perhitungan pada item 100000440 :

- Nilai transformasi pada kriteria total biaya tahunan = 0.355
- Nilai transformasi pada kriteria harga material = 0.703
- Nilai transformasi pada kriteria *leadtime* = 0.667

Tahap selanjutnya adalah menghitung masing-masing bobot pada item ( $w_{ij}$ ) sehingga didapatkan skor maksimal  $S_i(1)$ . Perhitungan ini dilakukan dengan bantuan *solver* pada *Ms. Excel*, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut :

- Nilai  $w_{11}$  = 0.33
- Nilai  $w_{12}$  = 0.33
- Nilai  $w_{13}$  = 0.33
- Nilai  $S_i(1)$  = 0.575

Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk  $x_{ij}$  pada masing-masing kriteria, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut ini :

- Nilai  $x_{11}$  = 0.355
- Nilai  $x_{12}$  = 1.760
- Nilai  $x_{13}$  = 3.760

Tahap selanjutnya adalah menghitung ( $U_{ij}$ ) sehingga didapatkan skor maksimal  $S_i(2)$ . Perhitungan ini dilakukan dengan bantuan *solver* pada *Ms. Excel*, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut :

- Nilai  $U_{11}$  = 0
- Nilai  $U_{12}$  = 0
- Nilai  $U_{13}$  = 0.33
- Nilai  $S_i(1)$  = 1.253

Setelah didapatkan skor  $S_i(2)$  pada semua item, selanjutnya material diurutkan dari material yang mempunyai skor tertinggi hingga skor terkecil. Dari 281 jenis material yang diamati, dilakukan klasifikasi menjadi 3 kelas. Dimana kelas A adalah 20% dari jumlah material yaitu terdapat 56 item, kelas B adalah 30% dari jumlah



material yaitu terdapat 84 item, dan kelas C merupakan 50% dari jumlah material yaitu terdapat 141 item. Berikut ini adalah hasil klasifikasi material dengan Ng Model yang dapat dilihat pada Tabel 4.4-4.6 :



Tabel 4. 4 Material Klasifikasi A

Itemnum	Unit Cost	Total Annual Cost	LT	Yij (normalisasi)			Wij			Si(1)	Xi j			Uij			Si(2)	Klasifikasi
100003273	9,500,000	28,500,000	6	1.000	0.371	0.833	1.00	0.00	0.00	6.000	1.00	1.74	4.24	0.00	0.00	0.33	1.414	A
100005801	792,000	33,000,000	5	0.083	1.000	0.667	0.33	0.33	0.33	3.694	0.08	2.08	4.08	0.00	0.00	0.33	1.361	A
100000486	3,373,700	9,407,476	5	0.355	0.703	0.667	0.33	0.33	0.33	3.686	0.35	1.76	3.76	0.00	0.00	0.33	1.253	A
100000964	4,703,738	11,694,375	7	0.495	0.122	1.000	0.33	0.33	0.33	7.206	0.50	0.74	3.74	0.00	0.00	0.33	1.247	A
100004025	8,250,000	15,200,000	5	0.868	0.430	0.667	1.00	0.00	0.00	4.202	0.87	1.73	3.73	0.00	0.00	0.33	1.242	A
100001024	1,600,000	7,427,500	5	0.168	0.625	0.667	0.33	0.33	0.33	3.598	0.17	1.42	3.42	0.00	0.00	0.33	1.139	A
100000276	3,696,000	18,480,000	6	0.389	0.241	0.833	0.33	0.33	0.33	5.210	0.39	0.87	3.37	0.00	0.00	0.33	1.123	A
100000896	3,800,000	7,017,120	6	0.400	0.198	0.833	0.33	0.33	0.33	5.199	0.40	0.80	3.30	0.00	0.00	0.33	1.099	A
100000895	3,713,750	53,979,200	6	0.391	0.097	0.833	0.33	0.33	0.33	5.162	0.39	0.58	3.08	0.00	0.00	0.33	1.028	A
100005641	2,324,768	8,325,000	4	0.245	0.061	0.500	0.33	0.33	0.33	2.102	0.24	0.37	1.87	0.00	0.00	0.33	0.622	A
100000794	2,200,000	4,510,000	4	0.231	0.057	0.500	0.33	0.33	0.33	2.096	0.23	0.35	1.85	0.00	0.00	0.33	0.615	A
100003704	1,980,000	6,600,000	4	0.208	0.052	0.500	0.33	0.33	0.33	2.087	0.21	0.31	1.81	0.00	0.00	0.33	0.604	A
100005264	1,460,470	1,600,000	4	0.154	0.057	0.500	0.33	0.33	0.33	2.070	0.15	0.27	1.77	0.00	0.00	0.33	0.589	A
100006398	825,000	76,824,000	4	0.087	0.086	0.500	0.33	0.33	0.33	2.058	0.09	0.26	1.76	0.00	0.00	0.33	0.586	A
100000578	1,500,000	1,500,000	4	0.158	0.039	0.500	0.33	0.33	0.33	2.066	0.16	0.24	1.74	0.00	0.00	0.33	0.579	A
100002036	1,500,000	2,145,000	4	0.158	0.039	0.500	0.33	0.33	0.33	2.066	0.16	0.24	1.74	0.00	0.00	0.33	0.579	A
100002042	1,500,000	5,600,000	4	0.158	0.039	0.500	0.33	0.33	0.33	2.066	0.16	0.24	1.74	0.00	0.00	0.33	0.579	A
100008327	450,000	5,498,451	2	0.047	0.551	0.167	0.50	0.50	0.00	0.632	0.05	1.15	1.65	0.00	0.50	0.00	0.574	A
100003760	902,000	608,000	4	0.095	0.059	0.500	0.33	0.33	0.33	2.051	0.09	0.21	1.71	0.00	0.00	0.33	0.571	A
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
100003158	429,000	935,000	4	0.045	0.006	0.500	0.33	0.33	0.33	2.017	0.04	0.06	1.56	0.00	0.00	0.33	0.519	A
100003229	320,000	460,000	3	0.033	0.200	0.333	0.5	0.5	0	1.117	0.03	0.43	1.43	0.00	0.00	0.33	0.478	A



Tabel 4. 5 Material Klasifikasi B

Itemnum	Unit Cost	Total Annual Cost	LT	Yij (normalisasi)			Wij			Si(1)	Xi j			Uij			Si(2)	Klasifikasi
100003757	401,500	42,300,000	3	0.042	0.188	0.333	0.33	0.33	0.33	1.077	0.04	0.42	1.42	0.00	0.00	0.33	0.473	B
100000373	50,000	1,320,000	1	0.005	0.452	0.000	0.5	0.5	0	0.229	0.01	0.91	0.91	0.00	0.50	0.00	0.455	B
100000373	50,000	880,000	1	0.005	0.451	0.000	0.5	0.5	0	0.228	0.01	0.91	0.91	0.00	0.50	0.00	0.454	B
100005513	410,190	429,000	3	0.043	0.096	0.333	0.33	0.33	0.33	1.046	0.04	0.24	1.24	0.00	0.00	0.33	0.412	B
100003849	355,963	7,383,420	3	0.037	0.074	0.333	0.33	0.33	0.33	1.037	0.04	0.19	1.19	0.00	0.00	0.33	0.395	B
100008405	400,000	14,454,000	3	0.042	0.057	0.333	0.33	0.33	0.33	1.033	0.04	0.16	1.16	0.00	0.00	0.33	0.385	B
100003994	375,000	800,000	3	0.039	0.049	0.333	0.33	0.33	0.33	1.029	0.04	0.14	1.14	0.00	0.00	0.33	0.379	B
100003849	257,400	800,000	3	0.027	0.054	0.333	0.5	0.5	0	1.040	0.03	0.13	1.13	0.00	0.00	0.33	0.378	B
100005636	361,364	4,400,000	3	0.038	0.042	0.333	0.33	0.33	0.33	1.027	0.04	0.12	1.12	0.00	0.00	0.33	0.374	B
100008328	550,000	796,800	3	0.058	0.014	0.333	0.33	0.33	0.33	1.024	0.06	0.09	1.09	0.00	0.00	0.33	0.362	B
100006750	209,000	7,744,000	1	0.022	0.049	0.000	0.5	0.5	0	0.035	0.02	0.12	0.12	0.00	0.50	0.00	0.060	B
100003010	44,220	722,916	1	0.004	0.056	0.000	0.5	0.5	0	0.030	0.00	0.12	0.12	0.00	0.50	0.00	0.059	B
100002945	207,900	722,916	1	0.022	0.043	0.000	0.5	0.5	0	0.032	0.02	0.11	0.11	0.00	0.50	0.00	0.054	B
100003011	18,480	4,800,000	1	0.002	0.048	0.000	0.5	0.5	0	0.025	0.00	0.10	0.10	0.00	0.50	0.00	0.048	B
100003814	180,180	339,570	1	0.019	0.038	0.000	0.5	0.5	0	0.028	0.02	0.09	0.09	0.00	0.50	0.00	0.047	B
100003012	33,000	5,198,000	1	0.003	0.040	0.000	0.5	0.5	0	0.022	0.00	0.08	0.08	0.00	0.50	0.00	0.042	B
100000274	209,000	110,000	1	0.022	0.027	0.000	0.5	0.5	0	0.024	0.02	0.08	0.08	0.00	0.50	0.00	0.038	B
100002097	11,000	105,600	1	0.001	0.033	0.000	0.5	0.5	0	0.017	0.00	0.07	0.07	0.00	0.50	0.00	0.034	B
100003005	9,900	7,140,000	1	0.001	0.032	0.000	0.5	0.5	0	0.017	0.00	0.07	0.07	0.00	0.50	0.00	0.033	B
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
100006389	44,000	270,000	1	0.004	0.027	0.000	0.5	0.5	0	0.016	0.00	0.06	0.06	0.00	0.50	0.00	0.029	B
100002646	130,500	180,000	1	0.014	0.022	0.000	0.5	0.5	0	0.018	0.01	0.06	0.06	0.00	0.50	0.00	0.029	B



Tabel 4. 6 Material Klasifikasi C

Itemnum	Unit Cost	Total Annual Cost	LT	Yij (normalisasi)			Wij			Si(1)	Xij			Uij			Si(2)	Klasifikasi
100002211	63,800	1,020,000	1	0.006	0.024	0.000	0.5	0.5	0	0.015	0.01	0.05	0.05	0.00	0.50	0.00	0.027	C
100003813	102,960	84,480	1	0.011	0.021	0.000	0.5	0.5	0	0.016	0.01	0.05	0.05	0.00	0.50	0.00	0.027	C
100003256	157,080	8,494,200	1	0.016	0.018	0.000	0.5	0.5	0	0.017	0.02	0.05	0.05	0.00	0.50	0.00	0.027	C
100000822	224,167	240,000	1	0.023	0.015	0.000	0.5	0.5	0	0.019	0.02	0.05	0.05	0.00	0.50	0.00	0.026	C
100004020	18,700	79,200	1	0.002	0.024	0.000	0.5	0.5	0	0.013	0.00	0.05	0.05	0.00	0.50	0.00	0.025	C
100002735	135,000	1,243,520	1	0.014	0.018	0.000	0.5	0.5	0	0.016	0.01	0.05	0.05	0.00	0.50	0.00	0.025	C
100000225	1,250	6,847,753	1	0.000	0.024	0.000	0.5	0.5	0	0.012	0.00	0.05	0.05	0.00	0.50	0.00	0.024	C
100002857	18,000	520,000	1	0.002	0.023	0.000	0.5	0.5	0	0.012	0.00	0.05	0.05	0.00	0.50	0.00	0.024	C
100006429	220,000	255,420	1	0.023	0.003	0.000	0.5	0.5	0	0.013	0.02	0.03	0.03	1.00	0.00	0.00	0.023	C
100003103	34,000	893,970	1	0.003	0.021	0.000	0.5	0.5	0	0.012	0.00	0.04	0.04	0.00	0.50	0.00	0.022	C
100002682	17,000	299,860	1	0.002	0.000	0.000	1	0	0	0.002	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.002	C
100003493	17,000	129,360	1	0.002	0.000	0.000	1	0	0	0.002	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.002	C
100000580	26,400	66,000	1	0.003	0.001	0.000	1	0	0	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.002	C
100002702	5,558	66,000	1	0.000	0.001	0.000	0.5	0.5	0	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.001	C
100000366	8,400	294,000	1	0.001	0.001	0.000	0.5	0.5	0	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.001	C
100000351	6,000	94,492	1	0.000	0.001	0.000	0.5	0.5	0	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.001	C
100000351	6,000	441,045	1	0.000	0.001	0.000	0.5	0.5	0	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.001	C
100002075	11,000	130,000	1	0.001	0.000	0.000	0.5	0.5	0	0.001	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.001	C
100002075	11,000	40,500	1	0.001	0.000	0.000	0.5	0.5	0	0.001	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.001	C
100000239	9,000	167,085	1	0.001	0.000	0.000	1	0	0	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.001	C
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
100002734	3,037	19,928	1	0.000	0.000	0.000	0.5	0.5	0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.000	C
100001548	2,214	1,861,250	1	0.000	0.000	0.000	0.5	0.5	0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.000	C



#### 4.2.2 Perhitungan *Coefficient of Variation*

Perhitungan CV (*Coefficient of Variation*) dilakukan untuk mengetahui tingkat variasi permintaan. Apabila tingkat variasi permintaan yang cenderung rendah atau konstan, maka perhitungan *lot sizing* dapat dilakukan dengan metode EOQ. Sedangkan jika tingkat variasi permintaan tinggi, perhitungan dilakukan dengan metode heuristik. Untuk mengukur tingkat variasi permintaan dapat dihitung dengan rumus (2.2) atau yang dimaksud dengan sebagai berikut :

$$CV = \frac{\text{Standar deviasi permintaan dalam satu periode}}{\text{Rata – rata permintaan dalam satu periode}}$$

Terdapat ketentuan bahwa :

- Jika  $CV < 0.2$ , maka perhitungan dapat menggunakan EOQ
- Jika  $CV \geq 0.2$  maka digunakan metode heuristik

Berikut ini adalah contoh perhitungan CV untuk material dengan nomer item 100003273 :

$$CV = \frac{0.0577}{0.2354} = 0.2450$$

Dari hasil perhitungan CV, item dengan nomer 10003273 mempunyai nilai *coefficient of variation* lebih besar dari 0.2 sehingga perhitungan pengendalian persediaan bisa dilakukan dengan metode heuristik. Dari keseluruhan material yang diamati didapatkan nilai rata-rata CV sebesar 0.2769 sehingga pengendalian persediaan dilakukan dengan metode heuristik. Berikut ini adalah hasil perhitungan CV untuk keseluruhan material :



Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan CV

No	Itemnum	Description item	Mean	SDV	CV	Metode
1	100003273	LAMP, LED, 180 WATT (3X60 WATT), 220-240	0.0577	0.2354	0.2450	Heuristik
2	100005801	LAMP, LED, FLOOD LIGHT, 50 W, 220-240 VOL	1.8654	9.2990	0.2006	Heuristik
3	100000486	GREASE,GENERAL PURPOSE, GRAPHITE & MO	0.3077	0.8293	0.3710	Heuristik
4	100003005	BOLT, FULL THREAD, M10X40, INCLUDE 1 NU	4.8269	10.0873	0.4785	Heuristik
5	100003005	BOLT, FULL THREAD, M10X40, INCLUDE 1 NU	4.8269	10.0873	0.4785	Heuristik
6	100003005	BOLT, FULL THREAD, M10X40, INCLUDE 1 NU	4.8269	10.0873	0.4785	Heuristik
7	100003005	BOLT, FULL THREAD, M10X40, INCLUDE 1 NU	4.8269	10.0873	0.4785	Heuristik
8	100000221	CLOTH,CLEANING, WHITE, COTTON	6.8654	12.0798	0.5683	Heuristik
9	100007466	BOLT, SUS 316, M18 X 50 MM, INCLUDE NUT /	0.9423	3.9078	0.2411	Heuristik
10	100000433	GLOVE,HEAT PROTECTIVE, LONG, LEATHER	2.0000	4.8628	0.4113	Heuristik
11	100003105	BOLT, STAINLESS 316 L, M16 X 100 MM, INCL	1.2308	2.7052	0.4550	Heuristik
12	100003105	BOLT, STAINLESS 316 L, M16 X 100 MM, INCL	1.2308	2.7052	0.4550	Heuristik
13	100004604	CLAMP,PIPE, STAGER PERMANENT, 1/4 INCH	5.7308	21.2392	0.2698	Heuristik
14	100005969	ROPE, WIRE, DIA = 6 MM MM, FOR FLY ASH, S	1.3077	5.0431	0.2593	Heuristik
15	100002355	TAPE,INSULATION,ELECTRICAL, BLACK, 3/4	1.8077	2.9707	0.6085	Heuristik
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
267	100004440	LAMP,FLUORESCENT, 25 WATT, THREAD; E2	0.7692	2.0447	0.3762	Heuristik
268	100003106	BOLT, STAINLESS 316 L, M18 X 100 MM, INCL	0.7115	1.7860	0.3984	Heuristik
269	100002968	HOSE, NONMETALLIC, 3/4 INCH, RUBBER, AIR	1.8846	6.9808	0.2700	Heuristik
270	100003010	SYRINGE, LUER LOCK, POLYPROPYLENE & PC	1.8846	6.9808	0.2700	Heuristik
271	100002945	ROD,WELDING, 2,6 MM, NC-36	0.3077	0.8053	0.3821	Heuristik
272	100003011	SYRINGE, LUER LOCK, POLYPROPYLENE & PC	3.8077	14.1172	0.2697	Heuristik
273	100003814	NUT, 12 MM OD, 316SS, REF: HAMLET, P/N: 76	0.3077	0.8293	0.3710	Heuristik
274	100003012	BOTTLE,SCREW CAP, WIDE MOUTH, 120 mL,	1.8077	6.7273	0.2687	Heuristik
275	100000274	GREASE CONTACT, DIELECTRIC GREASE, 3,3 C	0.1923	0.8174	0.2353	Heuristik
276	100002097	GLOVES, PVC DOT, COTTON	4.4615	14.1414	0.3155	Heuristik
277	100003005	BOLT, FULL THREAD, M10X40, INCLUDE 1 NU	4.8269	10.0873	0.4785	Heuristik
278	100002909	BOLT, STEEL, M18 X 150 MM, INCLUDE NUT,	1.5192	3.8373	0.3959	Heuristik
279	100000211	CONNECTOR,PLUG,ELECTRICAL, 2 POLE, 16 A	2.6923	4.8042	0.5604	Heuristik
280	100002734	PAPER,ABRASIVE, WATER PROOF, SHEET, 9 X	0.1346	0.3975	0.3387	Heuristik
281	100001548	CLAMP,HOSE, 1/2 INCH	0.1731	0.7335	0.2359	Heuristik



### 4.2.3 Peramalan Permintaan Material

Tahap selanjutnya adalah dilakukan peramalan permintaan material untuk satu tahun ke depan. Peramalan akan dilakukan dengan beberapa metode yang sesuai dengan karakteristik pola permintaan yang *intermitten*. Metode peramalan yang digunakan antara lain simulasi Monte Carlo, serta Metode Croston dan pengembangan metode Croston yaitu SBA dan LSA. Dari hasil kalsifikasi material dipilih masing-masing dua material dari setiap kelas. Material yang terpilih akan dilakukan peramalan permintaan dan perhitungan *lot sizing*. Material yang dipilih berdasarkan tingkat kekritisian yang paling tinggi pada masing-masing kelasnya sehingga hasil evaluasi kebijakan pengendalian persediaan dianggap mampu merepresentasikan hasil setiap kelasnya.

#### 4.2.3.1 Simulasi Monte Carlo

Secara garis besar simulasi Monte Carlo dibagi dalam beberapa tahap yaitu mendefinisikan distribusi probabilitas terhadap data historis, melakukan konversi frekuensi dalam distribusi probabilitas kumulatif, membangkitkan bilangan acak, menentukan jumlah replikasi dan melakukan validasi.

Berikut ini adalah contoh peramalan permintaan material dengan nomer item 100000486 dengan metode simulasi Monte Carlo :

- Langkah pertama adalah mendefinisikan distribusi probabilitas terhadap data historis permintaan material. Berikut ini adalah hasil distribusi probabilitas material :

Tabel 4. 8 Probabilitas Frekuensi Permintaan Material

Interval	Frekuensi	Probabilitas	Probailitas Kumulatif	Batas Bawah	Batas Atas
0	42	0.8235	0.8235	0.0000	0.8235
$0 < x \leq 1$	7	0.1373	0.9608	0.8236	0.9608
$1 < x \leq 2$	2	0.0392	1.0000	0.9609	1.0000
$2 < x \leq 3$	0	0.0000	1.0000	1.0001	1.0000
$4 < x \leq 5$	0	0.0000	1.0000	1.0001	1.0001
Jumlah	51				



- Langkah kedua adalah membuat random probabilitas sejumlah periode permintaan data histori. Untuk inisiasi ditentukan jumlah replikasi sebanyak 3 kali. Berikut ini adalah hasil random probabilitas dengan jumlah replikasi sama dengan 3 :

Tabel 4. 9 Probabilitas Random

Periode	1	2	3
1	0.710	0.880	0.840
2	0.035	0.835	0.960
3	0.648	0.115	0.758
4	0.222	0.609	0.320
5	0.521	0.807	0.526
6	0.422	0.720	0.386
7	0.525	0.529	0.954
8	0.424	0.794	0.661
9	0.989	0.167	0.690
10	0.302	0.509	0.324
11	0.867	0.449	0.887
12	0.358	0.650	0.503
13	0.585	0.612	0.039
14	0.722	0.906	0.594
15	0.070	0.782	0.563
16	0.325	0.185	0.494
17	0.945	0.005	0.936
18	0.246	0.356	0.587
19	0.076	0.125	0.909
20	0.717	0.049	0.178
21	0.562	0.950	0.801
22	0.546	0.379	0.271
23	0.768	0.541	0.279
....	....	....	....
....	....	....	....
....	....	....	....
....	....	....	....
50	0.021	0.550	0.596
51	0.625	0.041	0.306
52	0.369	0.576	0.121



- Langkah ke tiga adalah mendefinisikan hasil bilangan random ke dalam kelas interval frekuensi data historis permintaan pada setiap replikasi. Selanjutnya dilakukan uji kecukupan data untuk mengetahui jumlah replikasi minimal. Berikut ini adalah hasil replikasi peramalan permintaan material :

Tabel 4. 10 Hasil Peramalan Permintaan Material

Periode	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-Rata	Eksisting
1	0	1	1	1	0
2	0	1	2	1	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	2	1	0
8	0	0	0	0	0
9	5	0	0	2	0
10	0	0	0	0	0
11	1	0	1	1	1
12	0	0	0	0	2
13	0	0	0	0	0
14	0	1	0	0	1
15	0	0	0	0	2
16	0	0	0	0	0
17	2	0	1	1	1
18	0	0	0	0	1
23	0	0	0	0	0
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
50	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0
mean				0.224	0.308
sdv				0.405	0.829



- Langkah keempat adalah menghitung kecukupan data. Di awal ditentukan jumlah replikasi sebanyak tiga kali dan dengan uji kecukupan data dapat diketahui apakah jumlah replikasi yang ditentukan sudah cukup untuk dilakukan pengolahan data selanjutnya. Berikut ini adalah contoh perhitungan uji kecukupan data:

$$h_w = (t_{n-1, 1-\alpha/2}) \cdot \frac{s}{\sqrt{n_0}}$$

$$h_w = (0,6793) \cdot \frac{0.405}{\sqrt{3}}$$

$$h_w = 0,0381$$

Didapatkan hasil *half width* atau toleransi dari jumlah *error* dari hasil perhitungan sebesar 0.0381. Nilai ini selanjutnya dibandingkan dengan nilai *error* yang diasumsikan.. Karena perusahaan menetapkan target *service level* sebesar 80% untuk tahun ini maka diasumsikan bahwa toleransi nilai *error* yang diizinkan sebesar 20%. Berikut ini adalah hasil prosesntase nilai *half width* :

$$\text{prosentase } h_w = \frac{hw}{\text{mean}}$$

$$\text{prosentase } h_w = \frac{0.0381}{0,224} = 0.1703 = 17\%$$

Karena nilai *half width* atau jumlah *error* yang dihitung lebih kecil dibandingkan dengan nilai yang diasumsikan maka dapat disimpulkan bahwa jumlah replikasi yang ditentukan sebanyak 3 kali sudah dapat digunakan untuk pengolahan data selanjutnya.

- Langkah ke lima adalah validasi data. Validasi data dilakukan dengan *z-test* yang ada di *Ms. Excel*. Berikut ini adalah hasil validasi data dengan membandingkan data eksisting dengan data hasil simulasi :



Tabel 4. 11 Hasil Uji Z-Test

	Variable 1	Variable 2
Mean	0.224358974	0.307692308
Known Variance	0.405	0.829
Observations	52	52
Hypothesized Mean Difference	0	
z	-0.540957126	
P(Z<=z) one-tail	0.294268567	
z Critical one-tail	1.644853627	
P(Z<=z) two-tail	0.588537135	
z Critical two-tail	1.959963985	

Dari hasil uji *z-test* didapatkan hasil nilai statistik *t* yang diperoleh adalah 1.645, dan nilai *p-value* pengujian adalah 0.294. Dengan menggunakan kaidah pengambilan keputusan berdasarkan *p-value*, maka pada  $\alpha = 0.05$  dapat disimpulkan bahwa pengujian menunjukkan terima  $H_0$ . Sehingga dapat dikatakan bahwa rata-rata permintaan eksisting dengan hasil simulasi adalah tidak berbeda.

#### 4.2.3.2 Metode Croston, SBA, dan LSA

Peramalan dengan dengan metode Croston, SBA, maupun LSA dilakukan karena pola permintaan pada objek amatan *lumpy* dan *intermitten*. Ketiga metode tersebut adalah metode yang dikembangkan dan sesuai jika diterapkan pada objek amatan. Berikut ini adalah contoh perhitungan peramalan dengan metode Croston, SBA dan LSA pada item dengan nomor 100000486 :



Tabel 4. 12 Hasil Peramalan Permintaan dengan Metode Croston, SBA, LSA

Periode	Demand	qt	Pt	Zt	Croston	SBA	LSA
1	0	1	0.00	0.00	0	0	0
2	0	2	0.00	0.00	0	0	0
3	0	3	0.00	0.00	0	0	0
4	0	4	0.00	0.00	0	0	0
5	0	5	0.00	0.00	0	0	0
6	0	6	0.00	0.00	0	0	0
7	0	7	0.00	0.00	0	0	0
8	0	8	0.00	0.00	0	0	0
9	0	9	0.00	0.00	0	0	0
10	0	10	0.00	0.00	0	0	0
11	1	1	3.00	0.30	0	0	0
12	2	1	2.40	0.81	0	0	0
13	0	2	2.40	0.81	0	0	0
14	1	1	2.28	0.87	0	0	0
15	2	1	1.90	1.21	1	1	0
16	0	2	1.90	1.21	1	1	0
17	1	1	1.93	1.14	1	1	0
18	1	1	1.65	1.10	1	1	1
19	0	2	1.65	1.10	1	1	1
20	0	3	1.65	1.10	1	1	1
21	0	4	1.65	1.10	1	1	1
22	0	5	1.65	1.10	1	1	1
23	0	6	1.65	1.10	1	1	1
24	0	7	1.65	1.10	1	1	1
25	0	8	1.65	1.10	1	1	1
26	0	9	1.65	1.10	1	1	1
27	0	10	1.65	1.10	1	1	1
28	0	11	1.65	1.10	1	1	1
29	0	12	1.65	1.10	1	1	1
30	0	13	1.65	1.10	1	1	1
31	0	14	1.65	1.10	1	1	1
32	0	15	1.65	1.10	1	1	1
33	0	16	1.65	1.10	1	1	1
34	0	17	1.65	1.10	1	1	1
35	0	18	1.65	1.10	1	1	1



Periode	Demand	qt	Pt	Zt	Croston	SBA	LSA
36	0	19	1.65	1.10	1	1	1
37	0	20	1.65	1.10	1	1	1
38	1	1	7.15	1.07	0	0	1
39	0	2	7.15	1.07	0	0	0
40	5	1	5.61	2.25	0	0	0
41	0	2	5.61	2.25	0	0	0
42	0	3	5.61	2.25	0	0	0
43	1	1	4.83	1.87	0	0	0
44	1	1	3.68	1.61	0	0	0
45	0	2	3.68	1.61	0	0	0
46	0	3	3.68	1.61	0	0	0
47	0	4	3.68	1.61	0	0	0
48	0	5	3.68	1.61	0	0	0
49	0	6	3.68	1.61	0	0	0
50	0	7	3.68	1.61	0	0	0
51	0	8	3.68	1.61	0	0	0
52	0	9	3.68	1.61	0	0	0

#### 4.2.4 Perbandingan *Error* Peramalan

Setelah dilakukan peramalan dengan empat metode maka dipilih hasil peramalan dengan tingkat *error* terkecil. Hasil peramalan dengan metode yang terpilih akan digunakan untuk mengevaluasi kebijakan pengendalian persediaan. Berikut ini adalah hasil perhitungan nilai *error* pada masing-masing item.



Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan *Error* Setiap Metode Permalan

Kelas	Item	Error	Metode			
			Croston	SBA	LSA	Monte Carlo
A	100000486	MAD	0.577	0.537	0.580	0.564
		MSE	0.760	0.730	0.780	1.692
	100003229	MAD	2.290	2.074	2.327	1.378
		MSE	7.737	6.443	7.965	6.429
B	100000286	MAD	5.259	5.026	5.786	6.295
		MSE	62.379	59.918	76.819	113.923
	100003849	MAD	0.596	0.553	0.595	0.596
		MSE	0.836	0.776	0.892	1.481
C	100000147	MAD	1.646	1.595	1.673	2.109
		MSE	5.500	5.275	5.641	9.763
	100004440	MAD	1.497	1.388	1.492	1.398
		MSE	5.174	4.789	5.498	8.173

Dari hasil perhitungan MAD dan MSE didapatkan hasil bahwa hasil peramalan dengan metode SBA akan digunakan untuk item 100000486, 100000286, 100003849, 100000147, dan 100004440. Sedangkan untuk item 100003229 akan menggunakan hasil peramalan dari simulasi Monte Carlo.

#### 4.2.5 Perhitungan *Lot Sizing*

Setelah didapatkan hasil peramalan yang menunjukkan kebutuhan material untuk satu tahu ke depan, selanjutnya dilakukan perhitunga *lot sizing* sehingga didapatkan parameter yang dibutuhkan seperti *reorder point*, jumlah pembelian optimal, dan jumlah stok maksimum. Perhitungan *lot sizing* dilakukan dengan dua metode yaitu *continuous review* (S,Q) dan *periodic review* (R,s,S). Perhitungan dengan pendekatan heuristik ini dilakukan karena permintaan yang bersifat probabilistik, serta hasil perhitungan nilai CV diatas 0.2 yang menunjukkan tingkat variasi permintaan yang tinggi.



#### 4.2.5.1 Perhitungan *Lot Sizing* Metode Eksisting

Perhitungan *lot sizing* eksisting adalah perhitungan yang digunakan oleh perusahaan. Metode yang digunakan oleh perusahaan adalah metode *min-max level*. Metode ini menghitung jumlah stok minimum (s) dan jumlah stok maksimum (S), dimana perusahaan menggunakan formulasi praktis sebagai berikut ini :

$$SS = \frac{\text{rata - rata permintaan material satu tahun} \times \text{leadtime}}{2}$$

$$\text{Level minimum} = \text{rata - rata permintaan material satu tahun} \times \text{leadtime}$$

$$s = \text{level minimum} + SS$$

$$S = s + (2 \times \text{level minimum})$$

Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk item 100000486 :

- Rata-rata permintaan setahun = 0.363

- *Leadtime* = 5 minggu

- *Safety Stock*

○  $SS = \frac{0.363 \times 5}{2} = 0.908$

- Level minimum =  $0.363 \times 5$

= 1.815

$\cong 2$

- *Reorder point* (s) =  $2 + 0.908$

= 2.908

$\cong 3$

- Stok maksimum (S) =  $3 + (2 \times 1.855)$

$\cong 6$

Berikut ini adalah hasil perhitungan parameter stok minimum (s) dan stok maksimum (S) untuk beberapa material :



Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Parameter (s,S)

Itemnum	S	S
100000486	3	6
100003229	5	12
100003229	4	9
100003229	4	10
100000286	7	17
100003849	2	4
100000147	3	6
100004440	1	3

#### 4.2.5.2 Perhitungan Lot Sizing Metode (s,Q)

Perhitungan *lot sizing* dengan metode (s,Q) menghasilkan beberapa parameter yaitu *reorder point* (s) dan jumlah pembelian (Q). Berikut ini adalah contoh perhitungan nilai s dan Q untuk item 10000486 :

$$- EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 1076200 \times 19}{3373700 \times 0.123}} = 9.897$$

Selanjutnya akan dihitung nilai Q dan k untuk setiap iterasi. Iterasi akan berhenti ketika nilai  $k(i+1) < k(i)$ . Berikut ini adalah contoh iterasi dari perhitungan Q dan k :

Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan Iterasi Q dan k

Itemnum	Iterasi	1	2	3	4	5
100000486	Q	9.897	15.649	24.743	39.122	61.857
	k	4.751	4.751	4.654	4.554	4.453

Selanjutnya dengan persamaan (2.18), dapat dihitung nilai s dan Q sebagai berikut ini :

- $Q = 15.649 \cong 16$
- $s = 2 + (4.751 \times 0.1) \cong 2$



Berikut ini adalah hasil perhitungan parameter stok minimum (s) dan jumlah pembelian (Q) untuk beberapa material :

Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan Parameter (s,Q)

Itemnum	Q	s
100000486	16	2
100003229	23	5
100003229	20	4
100003229	20	4
100000286	54	6
100003849	13	2
100000147	39	2
100004440	22	2

#### 4.2.5.3 Perhitungan Lot Sizing Metode (R,s,S)

Perhitungan *lot sizing* dengan metode (R,s,S) menghasilkan beberapa parameter yaitu *reorder point* (s) dan stok maksimum (S). Pada metode ini perhitungan akan dilakukan dengan periode *review* R=1,2,3,4. Berikut ini adalah contoh perhitungan nilai s dan Q untuk item 10000486 :

$$Q_p = 1.30(1.453)^{0.494} \left( \frac{1076200}{3373700 \times 0.123} \right)^{0.506} \left( 1 + \frac{(0.037)^2}{(1.453)^2} \right)^{0.116}$$

$$= 2.532$$

$$S_p = 0.973 \times 3 + 0.037 \left( \frac{0.183}{0.004} + 1.603 - (2.192 \times 0.004) \right)$$

$$= 4.815$$

$$z = \frac{(2.532)^{0.123}}{\sqrt{(0.037 \times 1614300)}}$$

$$= 0.004$$

Didapatkan  $Q_p/x_R > 1.5$  maka :

$$s = 4.815 \cong 5$$



$$S = 4.815 + 2.532$$

$$\cong 8$$

Berikut ini adalah hasil perhitungan parameter stok minimum (s) dan stok maksimum (S) pada periode *review* 4 minggu untuk beberapa material :

Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Parameter (R, s, S)

Itemnum	s	S
100000486	5	8
100003229	9	21
100003229	7	15
100003229	8	17
100000286	25	39
100003849	3	5
100000147	9	16
100004440	5	9

#### 4.2.6 Material Requirement Planning (MRP)

Perhitungan MRP dilakukan untuk menjadwalkan pemesanan sehingga dapat diketahui jumlah yang harus dipesan pada waktu tertentu. Dimana waktu pemesanan akan dipengaruhi oleh *leadtime* dan jumlah pemesanan akan dipengaruhi oleh parameter yang sudah dihitung dan jumlah *inventory on hand*. Perhitungan MRP akan dilakukan selama satu periode ke depan.

##### 4.2.6.1 MRP Metode Eksisting

Berikut ini adalah contoh hasil perhitungan MRP dengan metode eksisting pada item 10000486 :



Tabel 4. 18 MRP Metode Eksisting

Item 10000486								
Per.	Order	In	Dmd	Inv. On Hand	Order Cost	Stock out Cost	Holding Cost	Weekly Inventory Cost
1			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
2			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
3			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
4			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
5			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
6			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
7			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
8			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
9			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
10			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
11			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
12			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
13			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
14			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
15			1	4			Rp 31,920	Rp 31,920
16	3		1	3	Rp 1,076,200		Rp 23,940	Rp 1,100,140
17			1	2			Rp 15,960	Rp 15,960
18			1	1			Rp 7,980	Rp 7,980
19			1	0			Rp -	Rp -
20			1	-1		Rp1,614,300	Rp -	Rp 1,606,320
21	5	3	1	1	Rp 1,076,200		Rp -	Rp 1,087,016
22			1	0			Rp 2,836	Rp 2,836
23			1	-1		Rp1,614,300	Rp -	Rp 1,609,156
24			1	-2		Rp1,614,300	Rp -	Rp 1,601,176
25			1	-3		Rp1,614,300	Rp -	Rp 1,593,195
26	5	5	1	1	Rp 1,076,200		Rp 10,816	Rp 1,087,016
27			1	0			Rp 2,836	Rp 2,836
28			1	-1		Rp1,614,300	Rp -	Rp 1,609,156
29			1	-2		Rp1,614,300	Rp -	Rp 1,601,176
30			1	-3		Rp1,614,300	Rp -	Rp 1,593,195
31	5	5	1	1	Rp 1,076,200		Rp 10,816	Rp 1,087,016
32			1	0			Rp 2,836	Rp 2,836
33			1	-1		Rp1,614,300	Rp -	Rp 1,609,156



Item 10000486								
Per.	Order	In	Dmd	Invt. On Hand	Order Cost	Stock out Cost	Holding Cost	Weekly Inventory Cost
34			1	-2		Rp1,614,300	Rp -	Rp 1,601,176
35			1	-3		Rp1,614,300	Rp -	Rp 1,593,195
36	5	5	1	1	Rp 1,076,200		Rp 10,816	Rp 1,087,016
37			1	0			Rp 2,836	Rp 2,836
38			0	0			Rp 2,836	Rp 2,836
39			0	0			Rp 2,836	Rp 2,836
40			0	0			Rp 2,836	Rp 2,836
41		5	0	5			Rp 42,736	Rp 42,736
42			0	5			Rp 42,736	Rp 42,736
43			0	5			Rp 42,736	Rp 42,736
44			0	5			Rp 42,736	Rp 42,736
45			0	5			Rp 42,736	Rp 42,736
46			0	5			Rp 42,736	Rp 42,736
47			0	5			Rp 42,736	Rp 42,736
48			0	5			Rp 42,736	Rp 42,736
49			0	5			Rp 42,736	Rp 42,736
50			0	5			Rp 42,736	Rp 42,736
51			0	5			Rp 42,736	Rp 42,736
52			0	5			Rp 42,736	Rp 42,736
Total Biaya								Rp 22,612,257

#### 4.2.6.2 MRP Metode (s,Q)

Berikut ini adalah contoh hasil perhitungan MRP dengan metode *continuous review* (s,Q) pada item 10000486 :



Tabel 4. 19 MRP Metode (s,Q)

Item 100000486								
Per.	Order	In	Dmd	Inv. On Hand	Order Cost	Stock out Cost	Holding Cost	Weekly Inventory Cost
1			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
2			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
3			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
4			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
5			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
6			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
7			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
8			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
9			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
10			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
11			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
12			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
13			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
14			0	5			Rp 39,900	Rp 39,900
15			1	4			Rp 31,920	Rp 31,920
16			1	3			Rp 23,940	Rp 23,940
17	16		1	2	Rp 1,076,200		Rp 15,960	Rp 1,092,160
18			1	1			Rp 7,980	Rp 7,980
19			1	0			Rp -	Rp -
20			1	-1		Rp1,614,300	Rp -	Rp 1,614,300
21			1	-2		Rp1,614,300	Rp -	Rp 1,614,300
22		16	1	13			Rp 103,741	Rp 103,741
23			1	12			Rp 95,761	Rp 95,761
24			1	11			Rp 87,781	Rp 87,781
25			1	10			Rp 79,801	Rp 79,801
26			1	9			Rp 71,821	Rp 71,821
27			1	8			Rp 63,841	Rp 63,841
28			1	7			Rp 55,861	Rp 55,861
29			1	6			Rp 47,881	Rp 47,881
30			1	5			Rp 39,900	Rp 39,900
31			1	4			Rp 31,920	Rp 31,920
32			1	3			Rp 23,940	Rp 23,940
33	16		1	2	Rp 1,076,200		Rp 15,960	Rp 1,092,160



Item 10000486								
Per.	Order	In	Dmd	Invt. On Hand	Order Cost	Stock out Cost	Holding Cost	Weekly Inventory Cost
34			1	1			Rp 7,980	Rp 7,980
35			1	0			Rp -	Rp -
36			1	-1		Rp1,614,300	Rp -	Rp 1,614,300
37			1	-2		Rp1,614,300	Rp -	Rp 1,614,300
38		16	0	14			Rp 111,721	Rp 111,721
39			0	14			Rp 111,721	Rp 111,721
40			0	14			Rp 111,721	Rp 111,721
41			0	14			Rp 111,721	Rp 111,721
42			0	14			Rp 111,721	Rp 111,721
43			0	14			Rp 111,721	Rp 111,721
44			0	14			Rp 111,721	Rp 111,721
45			0	14			Rp 111,721	Rp 111,721
46			0	14			Rp 111,721	Rp 111,721
47			0	14			Rp 111,721	Rp 111,721
48			0	14			Rp 111,721	Rp 111,721
49			0	14			Rp 111,721	Rp 111,721
50			0	14			Rp 111,721	Rp 111,721
51			0	14			Rp 111,721	Rp 111,721
52			0	14			Rp 111,721	Rp 111,721
Total Biaya								Rp 11,602,137

#### 4.2.6.3 MRP Metode (R,s,S)

Berikut ini adalah contoh hasil perhitungan MRP dengan metode *periodic review* (R,s,S) pada item 10000486 dengan periode R = minggu :



Tabel 4. 20 MRP Metode (R,s,S)

Item 100000486								
Per.	Order	In	Dmd	Invt. On Hand	Order Cost	Stock out Cost	Holding Cost	Weekly Inventory Cost
1			0	3			Rp 23,940	Rp 23,940
2			0	3			Rp 23,940	Rp 23,940
3			0	3			Rp 23,940	Rp 23,940
4	5		0	3	Rp 1,076,200		Rp 23,940	Rp 1,100,140
5			0	3			Rp 23,940	Rp 23,940
6			0	3			Rp 23,940	Rp 23,940
7			0	3			Rp 23,940	Rp 23,940
8	5		0	3	Rp 1,076,200		Rp 23,940	Rp 1,100,140
9		5	0	8			Rp 63,841	Rp 63,841
10			0	8			Rp 63,841	Rp 63,841
11			0	8			Rp 63,841	Rp 63,841
12			0	8			Rp 63,841	Rp 63,841
13		5	0	13			Rp 103,741	Rp 103,741
14			0	13			Rp 103,741	Rp 103,741
15			1	12			Rp 95,761	Rp 95,761
16			1	11			Rp 87,781	Rp 87,781
17			1	10			Rp 79,801	Rp 79,801
18			1	9			Rp 71,821	Rp 71,821
19			1	8			Rp 63,841	Rp 63,841
20			1	7			Rp 55,861	Rp 55,861
21			1	6			Rp 47,881	Rp 47,881
22	3		1	5	Rp 1,076,200		Rp 39,900	Rp 1,116,100
23			1	4			Rp 31,920	Rp 31,920
24			1	3			Rp 23,940	Rp 23,940
25			1	2			Rp 15,960	Rp 15,960
26			1	1			Rp 7,980	Rp 7,980
27	5	3	1	3	Rp 1,076,200		Rp 23,940	Rp 1,100,140
28			1	2			Rp 15,960	Rp 15,960
29			1	1			Rp 7,980	Rp 7,980
30			1	0			Rp -	Rp -
31			1	-1		Rp1,614,300		Rp 1,614,300
32	5	5	1	3	Rp 1,076,200		Rp 23,940	Rp 1,100,140
33			1	2			Rp 15,960	Rp 15,960
34			1	1			Rp 7,980	Rp 7,980



Item 100000486								
Per.	Order	In	Dmd	Inv. On Hand	Order Cost	Stock out Cost	Holding Cost	Weekly Inventory Cost
35			1	0			Rp -	Rp -
36			1	-1		Rp1,614,300	Rp (7,980)	Rp 1,606,320
37		5	1	3			Rp 23,940	Rp 23,940
38			0	3			Rp 23,940	Rp 23,940
39			0	3			Rp 23,940	Rp 23,940
40			0	3			Rp 23,940	Rp 23,940
41			0	3			Rp 23,940	Rp 23,940
42			0	3			Rp 23,940	Rp 23,940
43			0	3			Rp 23,940	Rp 23,940
44			0	3			Rp 23,940	Rp 23,940
45			0	3			Rp 23,940	Rp 23,940
46			0	3			Rp 23,940	Rp 23,940
47			0	3			Rp 23,940	Rp 23,940
48			0	3			Rp 23,940	Rp 23,940
49			0	3			Rp 23,940	Rp 23,940
50			0	3			Rp 23,940	Rp 23,940
51			0	3			Rp 23,940	Rp 23,940
52			0	3			Rp 23,940	Rp 23,940
Total Biaya								Rp 10,357,241



## BAB 5

### ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Bab 5 ini akan dilakukan analisis dan interpretasi data berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Analisis tersebut terdiri dari analisis hasil klasifikasi material, analisis hasil peramalan, dan analisis pengendalian persediaan.

#### 5.1 Analisis Hasil Klasifikasi Material

Klasifikasi material dilakukan dengan membagi 3 kelas, yaitu kelas A, B, dan C. Pembagian kelas tersebut menunjukkan tingkat kekritisan material, dimana kelas A merupakan material yang paling kritis, kelas B merupakan material dengan tingkat kekritisan di bawah kelas B, dan kelas C merupakan material dengan tingkat kekritisan paling rendah.

Klasifikasi material dilakukan dengan Ng Model. Kelebihan metode ini dibandingkan dengan metode analisis ABC biasa adalah metode Ng model menggunakan lebih dari satu parameter untuk klasifikasi material. Adapun parameter yang digunakan dalam klasifikasi Ng Model adalah harga material, total biaya *annual usage*, dan *leadtime*. Ketiga parameter tersebut dipilih dan diranking berdasarkan *brainstorming* dengan *expert* di perusahaan. Parameter pertama adalah harga material. Harga material dianggap parameter kritis pertama karena sangat mempengaruhi biaya persediaan sehingga perlu dilakukan perhatian khusus dalam pengadaan material tersebut. Parameter kedua adalah total biaya *annual usage*. Parameter ini dipilih karena jumlah penggunaan per tahun akan mempengaruhi proses pengadaan material, semakin banyak material yang digunakan maka akan menghasilkan biaya persediaan tinggi, dan juga dibutuhkan kontrol persediaan yang lebih. Parameter ketiga adalah *leadtime*. *Leadtime* adalah waktu yang dihabiskan mulai dari pemesanan hingga material masuk ke gudang. Parameter ini juga dipertimbangkan karena dapat mempengaruhi waktu kedatangan material, sehingga



perlu strategi apabila terjadi keterlambatan tidak akan berpengaruh signifikan terhadap persediaan material.

### 5.1.1 Analisis Material Kelas A

Material yang masuk dalam klasifikasi kelas A merupakan material dengan tingkat kekritisitas yang tinggi. Tingkat kekritisitas ini ditunjukkan dengan skor dari hasil perhitungan Ng Model. Terdapat 56 material yang masuk dalam klasifikasi kelas A. Berikut ini adalah contoh material yang masuk dalam klasifikasi kelas A :

Tabel 5. 1 Contoh Material Kelas A

Itemnum	Unit Cost	Total Annual Usage Cost	LT
100000964	4,703,738	9,407,476	7
100003606	173,139	72,372,102	1
100003273	9,500,000	28,500,000	6

Tabel 5.1 menunjukkan bahwa ada beberapa material yang masuk dalam kelas A dengan nilai parameter yang berbeda. Item 100000964 masuk dalam kelas A dengan total biaya *annual usage* yang tidak terlalu tinggi dibandingkan dengan material lain, namun item 100000964 mempunyai nilai *lead time* yang paling tinggi diantara yang lain sebesar 7 minggu. Item 100003606 masuk ke dalam kelas A karena mempunyai nilai *lead time* dan harga material yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan yang lain, namun material ini mempunyai frekuensi permintaan yang tinggi sehingga menghasilkan total biaya *annual usage* yang paling tinggi sebesar 72.872.102 rupiah. Item 100003273 masuk ke dalam kelas A karena mempunyai nilai harga material yang paling tinggi diantara yang lain, yaitu sebesar 9.500.000 rupiah. Pada material kelas A, kombinasi dari nilai masing-masing parameter cukup bervariasi, tidak menunjukkan kecenderungan pada satu parameter saja yang bisa menyebabkan tingkat kekritisitas material.



### 5.1.2 Analisis Material Kelas B

Material yang masuk dalam klasifikasi kelas B merupakan material dengan tingkat kekritisitas yang tidak lebih tinggi dibandingkan dengan material kelas A. Tingkat kekritisitas ini ditunjukkan dengan skor dari hasil perhitungan Ng Model. Terdapat 84 material yang masuk dalam klasifikasi kelas B. Berikut ini adalah contoh material yang masuk dalam klasifikasi kelas B :

Tabel 5. 2 Contoh Material Kelas B

Itemnum	Unit Cost	Total Annual Usage Cost	LT
100003229	320,000	15,360,000	3
100000373	50,000	34,750,000	1
100005634	610,939	5,498,451	2

Tabel 5.2 menunjukkan bahwa ada beberapa material yang masuk dalam kelas B dengan nilai parameter yang berbeda. Item 100003229 masuk dalam kelas B dengan total biaya *annual usage* yang tidak terlalu tinggi dibandingkan dengan material lain, namun item 100003229 mempunyai nilai *lead time* yang paling tinggi diantara yang lain sebesar 3 minggu. Item 100000373 masuk ke dalam kelas B karena mempunyai nilai *lead time* dan harga material yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan yang lain, namun material ini mempunyai frekuensi permintaan yang tinggi sehingga menghasilkan total biaya *annual usage* yang paling tinggi sebesar 34.750.000 rupiah. Item 100005634 masuk ke dalam kelas B karena mempunyai nilai harga material yang paling tinggi diantara yang lain, yaitu sebesar 610.000 rupiah. Pada material kelas B, kombinasi dari nilai masing-masing parameter cukup bervariasi, tidak menunjukkan kecenderungan pada satu parameter saja yang bisa menyebabkan tingkat kekritisitas material. Namun yang membedakan dari material dengan klasifikasi kelas A adalah pada material kelas B rata-rata nilai dari setiap parameter harga material, total biaya *annual usage* dan *lead time* mempunyai nilai yang lebih rendah.



### 5.1.3 Analisis Material Kelas C

Material yang masuk dalam klasifikasi kelas C merupakan material dengan tingkat kekritisitas yang rendah. Tingkat kekritisitas ini ditunjukkan dengan skor dari hasil perhitungan Ng Model. Terdapat 141 material yang masuk dalam klasifikasi kelas C. Berikut ini adalah contoh material yang masuk dalam klasifikasi kelas C :

Tabel 5. 3 Contoh Material Kelas C

Itemnum	Unit Cost	Total Annual Usage Cost	LT
100002346	40,000	680,000	1
100000761	52,125	625,500	1
100000431	20,000	720,000	1

Tabel 5.3 menunjukkan bahwa ada beberapa material yang masuk dalam kelas C dengan nilai parameter yang berbeda. Pada item 100002346, 100000761, dan 100000431 masing memiliki nilai parameter harga material, total biaya *annual usage* , dan *lead time* yang lebih rendah dibandingkan dengan kelas B. Pada material kelas C, kombinasi dari nilai masing-masing parameter tidak terlalu bervariasi, sehingga menunjukkan kecenderungan nilai dari semua parameter yang rendah menyebabkan tingkat kekritisitas material yang juga. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada material kelas C rata-rata nilai dari setiap parameter harga material, total biaya *annual usage* dan *lead time* mempunyai nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan kelas A dan B dan tidak terdapat variasi yang cukup tinggi pada masing-masing nilai parameternya.

## 5.2 Analisis Hasil Peramalan Material

Peramalan permintaan material *consumable* akan sangat membantu untuk menentukan jumlah persediaan. Apabila peramalan permintaan semakin akurat maka dapat menghindari resiko kelebihan atau kekurangan persediaan. Dalam penelitian ini peramalan dilakukan dengan empat metode yaitu simulasi Monte Carlo, metode Croston, SBA, dan LSA. Dari hasil peramalan dengan empat metode tersebut akan



dipilih hasil dengan *error* terkecil. Perhitungan *error* menggunakan dua parameter yaitu MSE dan MAD.

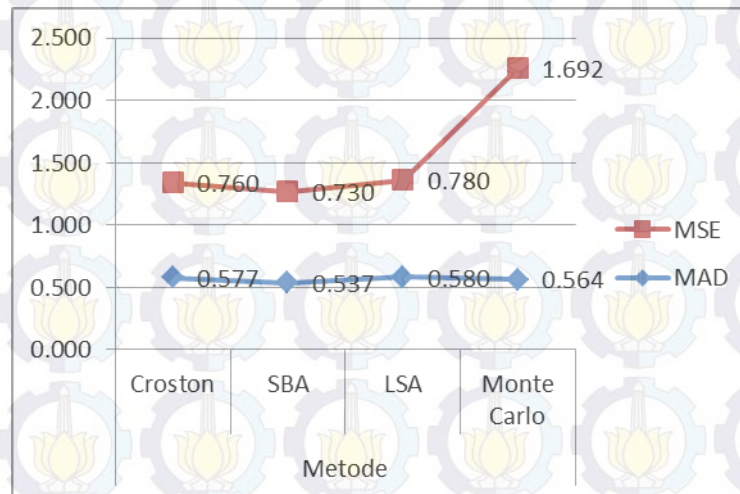
Simulasi Monte Carlo digunakan untuk melakukan peramalan dengan menghitung peluang munculnya nilai random yang meniru pola dan karakteristik permintaan aktual. Langkah pertama yang dilakukan dalam simulasi Monte Carlo adalah mencari nilai probabilitas dari setiap besarnya nilai permintaan. Dari probabilitas kumulatif tersebut akan di-*generate* bilangan random yang sesuai dengan kelas interval permintaan.

Sedangkan untuk metode Croston adalah metode yang memperhitungkan dua parameter dalam permintaan. Pertama dilakukan peramalan besarnya permintaan dan kemudian dilakukan peramalan interval. Pada dasarnya peramalan dengan metode Croston mengikuti metode *exponential smoothing* namun ditambahkan dengan dengan peramalan interval permintaan. Hasil dari peramalan interval permintaan menggambarkan setiap berapa periode ke depan terjadi permintaan. Dari perhitungan dengan metode Croston, didapat disimpulkan bahwa semakin besar interval permintaan aktual *non-zero*, maka hasil peramalan interval permintaan juga semakin besar, semakin kecil interval permintaan aktual *non-zero* akan menghasilkan peramalan interval yang juga kecil.

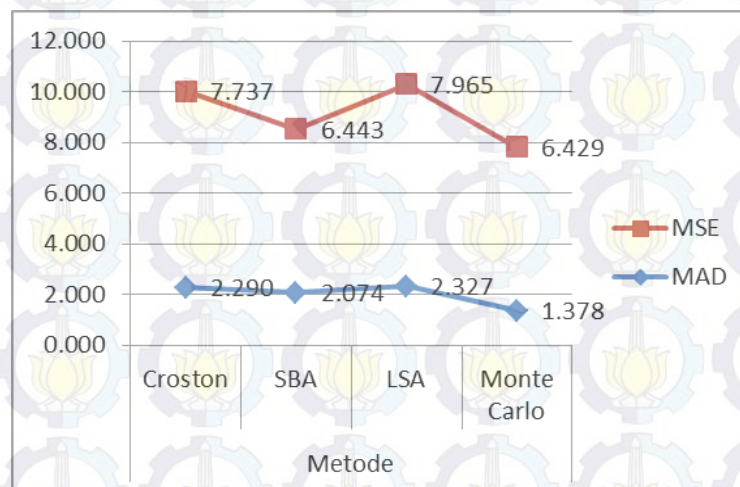
Metode SBA dan LSA merupakan pengembangan dari metode Croston. Pada metode Croston, hasil peramalan terdapat bias positif sehingga diperbaiki dengan metode SBA maupun LSA. Pada metode SBA terdapat faktor  $1-(\alpha/2)$  untuk memperbaiki hasil peramalan. Sedangkan pada metode LSA hasil peramalan akan dikalikan dengan faktor  $\alpha$  dan ditambahkan dengan  $(1-\alpha)$  dikalikan dengan hasil peramalan periode sebelumnya. Keempat metode tersebut dipilih untuk melakukan peramalan karena pada objek yang diamati material mempunyai karakteristik *lumpy* dan *intermittent* dimana terdapat banyak *zero-demand* dan jumlah permintaan juga bervariasi.

Setelah dilakukan peramalan dengan keempat metode tersebut selanjutnya dipilih salah satu metode terbaik. Hasil peramalan dengan metode terbaik akan

digunakan untuk perhitungan *lot sizing*. Pemilihan metode terbaik dilakukan dengan membandingkan dua parameter yaitu MSE dan MAD. Berikut ini adalah perbandingan *error* dari setiap metode peramalan :



Gambar 5.1 Perbandingan *Error* pada Item 100000486



Gambar 5.2 Perbandingan *Error* pada Item 100003229

Pada Gambar 5.1 dan 5.2 adalah perbandingan *error* pada item terpilih pada kelas A. Dapat dilihat bahwa pada item 100000486 metode SBA menghasilkan nilai *error* MSE maupun MSD terkecil, sedangkan pada item 100003229 metode simulasi



Monte Carlo menghasilkan nilai *error* MSE maupun MSD yang terkecil. Sehingga hasil peramalan dengan metode SBA dipilih untuk perhitungan *lot sizing* pada item 100000486 dan hasil peramalan dengan metode simulasi Monte Carlo dipilih untuk perhitungan *lot sizing* pada item 100003229.

### 5.3 Analisis Perhitungan *Lot Sizing*

Pada penelitian ini perhitungan *lot sizing* dilakukan dengan membandingkan 3 metode yaitu metode eksisting (s,S), metode (s,Q), dan metode (R,s,S). Dari perhitungan ini akan dihasilkan parameter stok minimum (s), stok maksimum (S), dan jumlah pemesanan optimal (Q). Parameter yang didapatkan digunakan untuk pembuatan MRP. Berikut ini adalah contoh hasil perhitungan parameter s, S, dan Q pada item 100003229 :

Tabel 5. 4 Perbandingan *Lot Sizing* pada Item 100003229

Metode	s	S	Q
Eksisting	5	16	
s,Q	5		16
R,s,S (R=4)	9	21	

Pada Tabel 5.4 menunjukkan bahwa nilai stok minimum (s) pada metode eksisting dan metode (s,Q) lebih kecil dibandingkan dengan metode (R,s,S). Hal ini bisa terjadi karena karena pada metode (R,s,S) atau sistem *periodic review* jumlah persediaan hanya akan dilakukan *review* sampai waktu periode yang telah ditentukan. Sehingga dibutuhkan stok persediaan yang lebih dibandingkan dengan sistem *continuous review*. Untuk metode eksisting menggunakan metode min-max level atau sistem (s,S), dimana jumlah untuk setiap pembelian berbeda. Pembelian dilakukan ketika persediaan mencapai stok minimum dengan jumlah  $Q = S - s$ . Sedangkan untuk metode (s,Q) jumlah untuk setiap kali pembelian sama sesuai hasil perhitungan Q yang optimal. Untuk metode (R,s,S) kuantitas untuk kali pembelian

juga berbeda dengan perhitungan sama dengan system (s,S) namun pada metode ini periode *review* ditentukan hanya setiap 4 minggu sekali.

#### **5.4 Analisis Perbandingan Total Biaya Pengadaan Material**

Dari hasil MRP yang dibuat untuk masing-masing metode pengendalian persediaan didapatkan informasi mengenai total biaya persediaan. Total biaya persediaan didapatkan dari jumlah biaya penyimpanan, biaya pemesanan, dan biaya kekuarangan material. Biaya penyimpanan adalah biaya ketika terdapat persediaan di gudang yang dibebankan pada setiap unit material yang diasumsikan sebesar 12.3%. Sedangkan biaya pemesanan adalah biaya yang dikeluarkan setiap kali melakukan pemesanan. Biaya tersebut dibedakan menjadi dua, yaitu biaya mayor dan biaya minor. Biaya mayor adalah biaya tetap yang dikeluarkan setiap kali pemesanan, sedangkan biaya minor adalah biaya yang melibatkan komponen lain pada pemesanan. Menurut perusahaan biaya mayor yang dikeluarkan adalah biaya untuk memesan melalui fax, telepon, email, serta kebutuhan administrasi. Sedangkan biaya minor adalah biaya untuk transportasi dan *handling*. Sedangkan biaya kekurangan material adalah biaya *backorder* yang harus dikeluarkan perusahaan ketika terjadi *stockout*.

Total biaya yang didapatkan dari ketiga metode yang digunakan akan dibandingkan satu dengan yang lain. Item yang digunakan untuk perbandingan total biaya dipilih masing-masing dua dari setiap kelasnya. Item yang dipilih untuk perhitungan total biaya dianggap yang paling kritis dari setiap kelasnya sehingga mampu merepresentasikan keseluruhan kelas. Berikut ini adalah hasil perbandingan total biaya persediaan pada 6 item terpilih :



Tabel 5. 5 Perbandingan Total Biaya Persediaan

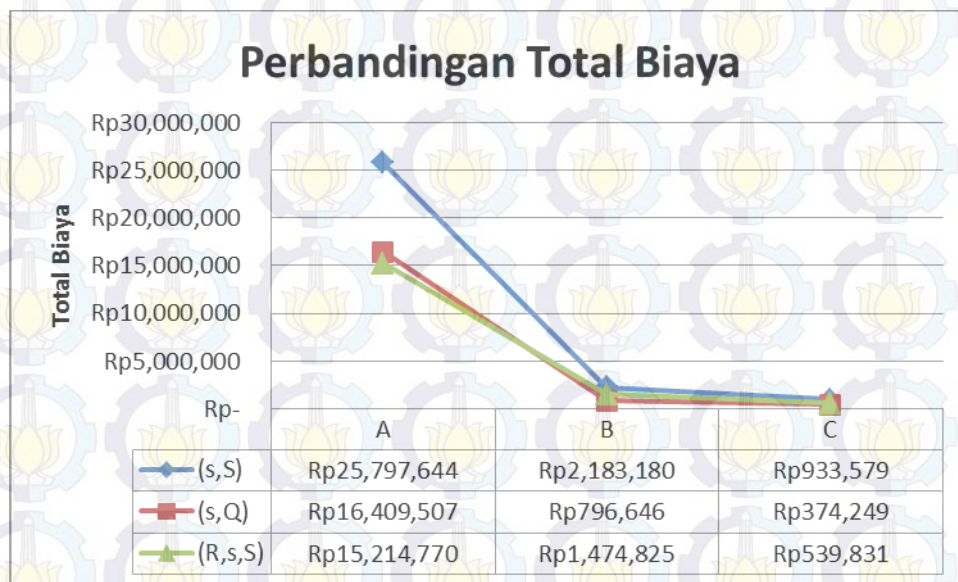
Itemnum	Description item	(s,S)	(s,Q)	(R,s,S)
100000486	GREASE,GENERAL PURPOSE, GRAPHITE & MOLYDENUM DISULFIDE	Rp 22,612,257	Rp 11,602,137	Rp 10,357,241
100003229	DRY CHEMICAL,FIRE EXTINGUISHER, REFILL APAR, (REPLIKASI 1)	Rp 3,547,645	Rp 4,756,916	Rp 5,552,319
100003229	DRY CHEMICAL,FIRE EXTINGUISHER, REFILL APAR, (REPLIKASI 2)	Rp 2,932,444	Rp 5,004,299	Rp 4,302,534
100003229	DRY CHEMICAL,FIRE EXTINGUISHER, REFILL APAR, (REPLIKASI 3)	Rp 3,076,073	Rp 4,660,896	Rp 4,717,733
100000286	INSPECTION PENETRANT REMOVER, 382 ML	Rp 535,995	Rp 471,296	Rp 514,310
100003849	ELBOW,PIPE, 90 DEGREE, 10 MM OD X 3/8 MNPT, STAINLESS STEEL 316	Rp 1,647,185	Rp 325,350	Rp 960,515
100000147	ROD,WELDING, 2,6 MM, LB52 AWS 7016	Rp 546,435	Rp 167,094	Rp 267,510
100004440	LAMP,FLUORESCENT, 25 WATT, THREAD; E27, 220-240 VOLT	Rp 387,144	Rp 207,155	Rp 272,320

Pada Tabel 5.5 menunjukkan total biaya persediaan dari 6 item yang terpilih. Pada item 100003229 terdapat peritugan senyak tiga kali karena pada item ini hasil permintaan yang digunakan adalah dari hasil metode simulasi Monte Carlo, sehingga dihitung total biaya untuk setiap replikasinya. Sedangkan untuk item lain permintaan yang digunakan adalah dari hasil peramplan dengan metode SBA, sehingga hanya satu kali dilakukan perhitungan total biaya. Berikut ini adalah total biaya yang sudah dijumlah berdasarkan klasifikasi material :

Tabel 5. 6 Perbandingan Total Biaya Berdasarkan Klasifikasi Material

Kelas	(s,S)	(s,Q)	(R,s,S)
A	Rp 25,797,644	Rp 16,409,507	Rp 15,214,770
B	Rp 2,183,180	Rp 796,646	Rp 1,474,825
C	Rp 933,579	Rp 374,249	Rp 539,831
<b>Total</b>	<b>Rp 28,914,403</b>	<b>Rp 17,580,402</b>	<b>Rp 17,229,426</b>

Untuk memperjelas hasil perbandingan total biaya persediaan untuk setiap metode pengendalian pada masing-masing klasifikasi material, maka berikut ini adalah data yang ditampilkan dalam bentuk grafik :



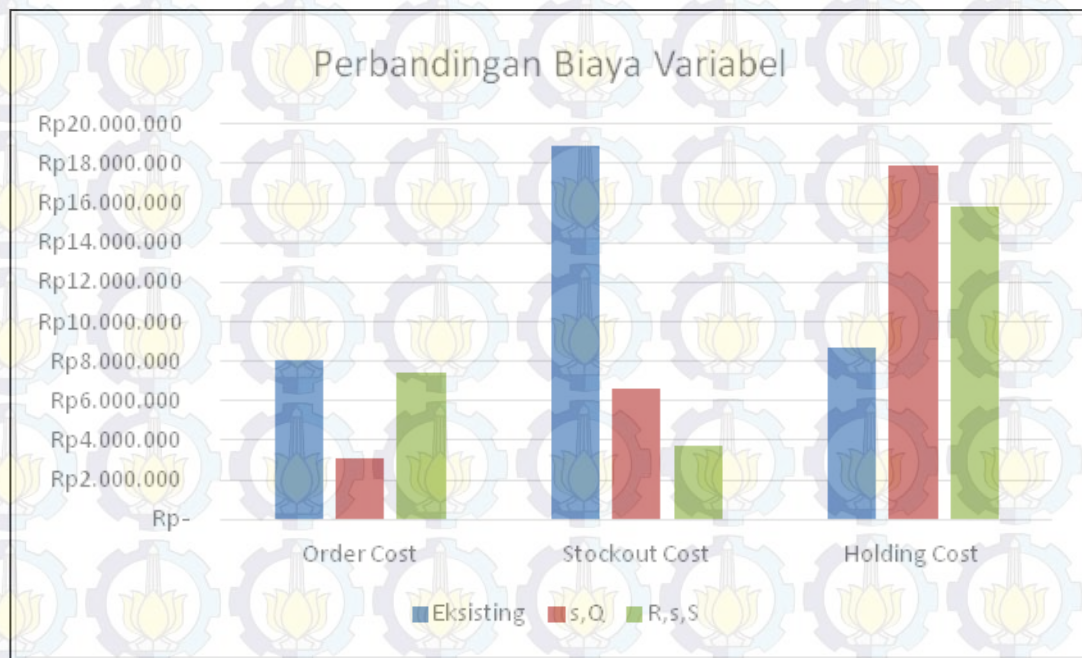
Gambar 5.3 Perbandingan Total Biaya Persediaan Berdasarkan Kalsifikasi Material

Gambar 5.3 menunjukkan grafik total biaya persediaan pada masing-masing klasifikasi material. Pada kelas A didapatkan total biaya persediaan yang paling rendah adalah pada pengendalian dengan metode (R,s,S). Hal ini dikarenakan pada metode eksisting (s,S) maupun metode (s,Q) terdapat beberapa *stockout* yang menyebabkan total biaya membengkak. Pada metode (R,s,S) stok minimum cenderung lebih banyak dibandingkan dengan stok minimum yang didapatkan dari perhitungan metode (s,S) maupun (s,Q). Sehingga stok minimum yang lebih besar ini menjaga persediaan dari terjadinya *stockout*. Material dengan klasifikasi kelas A sendiri mayoritas mempunyai karakteristik *lead time* yang panjang dan harga material yang tinggi. Sehingga dengan persediaan yang lebih besar akan menghindari dari



resiko *stockout* akibat dari *lead time* yang panjang dan variasi permintaan yang cukup tinggi pada material klasifikasi kelas A.

Sedangkan untuk kelas B dan C, total biaya persediaan yang rendah didapatkan dari perhitungan dengan metode (s,Q). Hal ini dikarenakan mayoritas material pada kelas B maupun C mempunyai *lead time* dan harga material yang lebih rendah dibandingkan dengan kelas A. Dengan karakteristik tersebut maka stok minimum material tidak dibutuhkan terlalu banyak sehingga bisa mengurangi biaya penyimpanan. Dengan biaya pemesanan yang lebih rendah dan *leadtime* yang pendek dibandingkan material kelas A maka bisa dilakukan pemesanan yang berulang dengan jumlah yang optimal sesuai dengan prinsip metode (s,Q) dimana *review* persediaan bisa dilakukan kapan saja.



Gambar 5.4 Perbandingan Biaya Variabel

Pada Gambar 5.4 menunjukkan bahwa biaya untuk order dan biaya *stockout* dengan metode (s,Q) maupun (R,s,S) lebih rendah dibandingkan dengan metode eksisting. Hal ini disebabkan karena selama ini perusahaan terlalu sedikit menyimpan persediaan sehingga lebih sering terjadi *stockout*. Dengan metode yang disarankan

menunjukkan bahwa biaya untuk order dan biaya *stockout* dapat dikurangi. Dengan berkurangnya biaya *stockout* maka juga menunjukkan adanya peningkatan *service level* pada persediaan *consumable* material. Sedangkan untuk *holding cost* dari metode yang disarankan memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dari nilai eksisting. Namun peningkatan biaya penyimpanan ini jauh lebih kecil dibandingkan dengan penghematan dari biaya order dan biaya *stockout*.

Jika perusahaan menerapkan metode pengendalian persediaan sesuai dengan klasifikasi material maka perusahaan dapat menghemat total biaya persediaan. Total biaya yang bisa dihemat ketika perusahaan menerapkan metode pengendalian persediaan yang menghasilkan total biaya terkecil pada masing-masing klasifikasi material adalah sebagai berikut :

$$\text{Penghematan} = \frac{\text{Selisih Total biaya perbaikan dan eksisting}}{\text{Total biaya metode eksisting}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}\text{Penghematan} &= \frac{\text{Rp } 12.528.738}{\text{Rp } 28.914.403} \times 100\% \\ &= 43.3 \%\end{aligned}$$

Jadi penghematan total biaya persediaan material *consumable* dengan metode perbaikan adalah sebanyak 43.3%.



## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

Bab 6 ini akan dilakukan penarikan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian tugas akhir yang telah dilakukan. Penarikan kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian sesuai tujuan penelitian yang telah ditetapkan di awal. Sedangkan pemberian saran ditujukan untuk pelaksanaan penelitian yang akan datang.

#### 6.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari pengerjaan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Klasifikasi material dilakukan dengan membagi 3 kelas, yaitu kelas A, B, dan C. Pembagian kelas tersebut menunjukkan tingkat kekritisitas material, dimana kelas A merupakan material yang paling kritis, kelas B merupakan material dengan tingkat kekritisitas di bawah kelas B, dan kelas C merupakan material dengan tingkat kekritisitas paling rendah. Klasifikasi material dilakukan dengan Ng Model. Adapun parameter yang digunakan dalam klasifikasi Ng Model adalah harga material, total biaya *annual usage*, dan *lead time*. Terdapat 56 material yang masuk dalam klasifikasi kelas A, 84 material pada kelas B dan 141 material pada kelas C.
2. Peramalan dilakukan dengan empat metode yaitu simulasi Monte Carlo, metode Croston, SBA, dan LSA. Dari hasil peramalan dengan empat metode tersebut dipilih hasil dengan *error* terkecil. Perhitungan *error* menggunakan dua parameter yaitu MSE dan MAD. Dari 6 item yang dipilih sebagai sampel untuk dilakukan perhitungan didapatkan bahwa pada item 100003229 dipilih hasil peramalan dari metode simulasi



Monte Carlo dan pada item lainnya dipilih hasil peramalan dengan metode SBA.

3. Perbandingan total biaya persediaan didapatkan dari hasil metode eksisting (s,S), metode *continuous review* (s,Q), dan metode *periodic review* (R,s,S). Total biaya persediaan dibandingkan pada masing-masing klasifikasi material. Pada kelas A didapatkan total biaya persediaan yang paling rendah adalah pada pengendalian dengan metode (R,s,S) sebesar 15.214.770 rupiah. Sedangkan untuk kelas B dan C, total biaya persediaan yang rendah didapatkan dari perhitungan dengan metode (s,Q), yaitu masing-masing 796.646 rupiah dan 374.249 rupiah. Jika perusahaan menerapkan metode pengendalian persediaan sesuai dengan klasifikasi material maka perusahaan dapat menghemat total biaya persediaan sebesar 43.3%.

## 6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan pelaksanaan penelitian ini untuk penelitian kedepan adalah sebagai berikut :

1. Data histori permintaan yang diambil untuk dilakukan peramalan permintaan lebih dari satu tahun sehingga dapat menghasilkan peramalan yang lebih akurat.
2. Jumlah sampel yang diambil untuk dilakukan perhitungan *lot sizing* dan perbandingan total biaya persediaan lebih banyak, sehingga lebih merepresentasikan hasil keseluruhan total biaya persediaan.



## DAFTAR PUSTAKA

Andrea, Callegaro, 2010. *Forecasting Methods For Spare Parts Demand*, Departemen Teknis Dan Pengendalian Sistem Industri, Fakultas Teknik, Universita' Degli Studi Di Padova

Bacchetti, A., Saccani, N., 2011. Spare Parts Classification And Demand Forecasting For Stock Control : Investigating The Gap Between Research And Practice, *Omega*, Vol.40, Iss. 6, Hal.722-737.

Chapman, S.N., Arnold, T., 2004. *Introduction to Material Management*. Edisi Kelima. New Jersey: Prentice Hall.

Chopra, S dan Meindl, P., 2001. *Supply Chain Management: Strategy, Planning, And Operation*. New Jersey: Prentice Hall.

Ghobbar A.A., Friend C.H., 2003. Evaluation Of Forecasting Methods For Intermittent Parts Demand In The Field Of Aviation: A Predictive Model, *Computers & Operation Research*, N.30, P.2097-2114.

Davies, Robert. 2014. The Application of Time Series Modelling and monte Carlo Simulation : Forecasting Volatile Inventory Requirements. *Applied Mathematics*, 2014, 5, 1152-1168.

Dobrican, Ovidu. 2013. Forecasting Demand for Automotive Aftermarket Inventories. *Informatica Economica*, Vol.17, no.2/2013.

Kalchschmidt M., Zotteri G., Verganti R., 2003. Inventory Management In A Multi-Echelon Spare Parts Supply Chain. *International Journal Of Production Economics*, N.81-82, P.397-413.

Leve N, E., Segerstedt, A., 2004. Inventory Control With A Modified Croston Procedure and Erlang Distribution. *International Journal Of Production Economics* 90, 361-367.

Mahajan S., Chavan A., 2014. Management Of Spare Part And Reduction Of Maintenance Downtime Of Resistive Welding Machine, *International Journal*



- Of Engineering And Technical Research (Ijetr,)* Issn: 2321-0869, Volume-2, Issue-4.
- Makridakis, S., Hibon, M., 2000. The M3-Competition: Results, Conclusions And Implications. *International Journal Of Forecasting* 16, 451–476.
- Molenaers An, Baets, H., Pintelon, L., Waeyenbergh, G., 2012. Criticality Classification Of Spare Parts: A case Study. *Int. J. Production Economics* 140, p.570–578.
- Pujawan, I Nyoman. *Supply Chain Management*. Edisi Pertama. Penerbit Guna Widya. Surabaya.
- Sani B., Kingsman B.G., 1997. Selecting The Best Periodic Inventory Control And Demand Forecasting Methods For Low Demand Items. *Journal Of The Operational Research Society*, N.48, P.700–713.
- Silver, E, Dkk., 1998. *Decision Systems For Inventory Management And Production Planning*. Edisi Kedua. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Syntetos, A.A., Boylan, J.E., 2005. The Accuracy Of Intermittent Demand Estimates. *International Journal Of Forecasting* 21, P. 303 – 314.
- Tersine, J., 1994. *Principles Of Inventory And Materials Management*. Edisi Empat. United States Of America: Prentice Hall International, Inc.
- Vencheh, Hadi. 2010. An Improvement to Multiple Criteria ABC Inventory Classification. *European Journal of Operational Research*, 201 (2010), P.962-965.



## LAMPIRAN A

### Hasil Klasifikasi Material

Itemnum1	Unit Cost	Total Annual Cost	LT	Yij (normalisasi)			Wij			Si(1)	Xij			Uij			Si(2)	Klasifikasi
100003273	9,500,000	28,500,000	6	1.000	0.371	0.833	1.00	0.00	0.00	6.000	1.00	1.74	4.24	0.00	0.00	0.33	1.414	A
100005801	792,000	76,824,000	5	0.083	1.000	0.667	0.33	0.33	0.33	3.694	0.08	2.08	4.08	0.00	0.00	0.33	1.361	A
100000486	3,373,700	53,979,200	5	0.355	0.703	0.667	0.33	0.33	0.33	3.686	0.35	1.76	3.76	0.00	0.00	0.33	1.253	A
100000964	4,703,738	9,407,476	7	0.495	0.122	1.000	0.33	0.33	0.33	7.206	0.50	0.74	3.74	0.00	0.00	0.33	1.247	A
100004025	8,250,000	33,000,000	5	0.868	0.430	0.667	1.00	0.00	0.00	4.202	0.87	1.73	3.73	0.00	0.00	0.33	1.242	A
100001024	1,600,000	48,000,000	5	0.168	0.625	0.667	0.33	0.33	0.33	3.598	0.17	1.42	3.42	0.00	0.00	0.33	1.139	A
100000276	3,696,000	18,480,000	6	0.389	0.241	0.833	0.33	0.33	0.33	5.210	0.39	0.87	3.37	0.00	0.00	0.33	1.123	A
100000896	3,800,000	15,200,000	6	0.400	0.198	0.833	0.33	0.33	0.33	5.199	0.40	0.80	3.30	0.00	0.00	0.33	1.099	A
100000895	3,713,750	7,427,500	6	0.391	0.097	0.833	0.33	0.33	0.33	5.162	0.39	0.58	3.08	0.00	0.00	0.33	1.028	A
100000897	2,254,600	31,564,400	5	0.237	0.411	0.667	0.33	0.33	0.33	3.549	0.24	1.06	3.06	0.00	0.00	0.33	1.020	A
100002118	3,508,560	7,017,120	6	0.369	0.091	0.833	0.33	0.33	0.33	5.154	0.37	0.55	3.05	0.00	0.00	0.33	1.017	A
100005263	2,066,438	12,398,628	6	0.217	0.161	0.833	0.33	0.33	0.33	5.126	0.22	0.54	3.04	0.00	0.00	0.33	1.013	A
100003350	3,248,438	6,496,876	6	0.342	0.085	0.833	0.33	0.33	0.33	5.142	0.34	0.51	3.01	0.00	0.00	0.33	1.004	A
100005262	1,917,366	11,504,196	6	0.202	0.150	0.833	0.33	0.33	0.33	5.117	0.20	0.50	3.00	0.00	0.00	0.33	1.000	A
100002116	3,118,500	6,237,000	6	0.328	0.081	0.833	0.33	0.33	0.33	5.136	0.33	0.49	2.99	0.00	0.00	0.33	0.997	A
100006861	3,000,000	3,000,000	6	0.316	0.039	0.833	0.33	0.33	0.33	5.118	0.32	0.39	2.89	0.00	0.00	0.33	0.965	A
100002055	2,324,768	4,649,536	6	0.245	0.061	0.833	0.33	0.33	0.33	5.102	0.24	0.37	2.87	0.00	0.00	0.33	0.955	A
100003606	173,139	72,372,102	1	0.018	0.942	0.000	0.5	0.5	0	0.480	0.02	1.90	1.90	0.00	0.50	0.00	0.951	A
100002050	1,850,000	1,850,000	6	0.195	0.024	0.833	0.33	0.33	0.33	5.073	0.19	0.24	2.74	0.00	0.00	0.33	0.914	A
100002037	1,500,000	3,000,000	6	0.158	0.039	0.833	0.33	0.33	0.33	5.066	0.16	0.24	2.74	0.00	0.00	0.33	0.912	A



Itemnum1	Unit Cost	Total Annual Cost	LT	Yij (normalisasi)			Wij			Si(1)	Xij			Uij			Si(2)	Klasifikasi
100003348	3,898,125	11,694,375	5	0.410	0.152	0.667	1.00	0.00	0.00	3.744	0.41	0.71	2.71	0.00	0.00	0.33	0.905	A
100000278	2,772,000	13,860,000	5	0.292	0.180	0.667	0.33	0.33	0.33	3.491	0.29	0.65	2.65	0.00	0.00	0.33	0.884	A
100008336	1,650,000	14,850,000	5	0.173	0.193	0.667	0.33	0.33	0.33	3.456	0.17	0.56	2.56	0.00	0.00	0.33	0.853	A
100003252	1,892,000	9,460,000	5	0.199	0.123	0.667	0.33	0.33	0.33	3.441	0.20	0.45	2.45	0.00	0.00	0.33	0.815	A
100000795	2,200,000	4,400,000	5	0.231	0.057	0.667	0.33	0.33	0.33	3.430	0.23	0.35	2.35	0.00	0.00	0.33	0.782	A
100002946	925,000	8,325,000	5	0.097	0.108	0.667	0.33	0.33	0.33	3.402	0.10	0.31	2.31	0.00	0.00	0.33	0.771	A
100005815	1,870,000	3,740,000	5	0.197	0.049	0.667	0.33	0.33	0.33	3.415	0.20	0.29	2.29	0.00	0.00	0.33	0.765	A
100002986	1,788,000	3,576,000	5	0.188	0.047	0.667	0.33	0.33	0.33	3.412	0.19	0.28	2.28	0.00	0.00	0.33	0.760	A
100008323	325,000	46,800,000	3	0.034	0.609	0.333	0.33	0.33	0.33	1.214	0.03	1.25	2.25	0.00	0.00	0.33	0.751	A
100002039	1,500,000	3,000,000	5	0.158	0.039	0.667	0.33	0.33	0.33	3.399	0.16	0.24	2.24	0.00	0.00	0.33	0.745	A
100002043	1,500,000	3,000,000	5	0.158	0.039	0.667	0.33	0.33	0.33	3.399	0.16	0.24	2.24	0.00	0.00	0.33	0.745	A
100007736	700,000	5,600,000	5	0.073	0.073	0.667	0.33	0.33	0.33	3.382	0.07	0.22	2.22	0.00	0.00	0.33	0.740	A
100002274	1,650,000	1,650,000	5	0.173	0.021	0.667	0.33	0.33	0.33	3.398	0.17	0.22	2.22	0.00	0.00	0.33	0.739	A
100007287	1,100,000	2,200,000	5	0.116	0.029	0.667	0.33	0.33	0.33	3.381	0.12	0.17	2.17	0.00	0.00	0.33	0.724	A
100002048	1,068,100	1,068,100	5	0.112	0.014	0.667	0.33	0.33	0.33	3.375	0.11	0.14	2.14	0.00	0.00	0.33	0.713	A
100005821	715,000	2,145,000	5	0.075	0.028	0.667	0.33	0.33	0.33	3.368	0.08	0.13	2.13	0.00	0.00	0.33	0.710	A
100001020	800,000	1,600,000	5	0.084	0.021	0.667	0.33	0.33	0.33	3.368	0.08	0.13	2.13	0.00	0.00	0.33	0.709	A
100006303	750,000	1,500,000	5	0.079	0.020	0.667	0.33	0.33	0.33	3.366	0.08	0.12	2.12	0.00	0.00	0.33	0.706	A
100004607	261,800	51,836,400	2	0.027	0.675	0.167	0.5	0.5	0	0.684	0.03	1.38	1.88	0.00	0.50	0.00	0.688	A
100008334	1,150,000	16,100,000	4	0.121	0.210	0.500	0.33	0.33	0.33	2.110	0.12	0.54	2.04	0.00	0.00	0.33	0.680	A
100005641	2,324,768	4,649,536	4	0.245	0.061	0.500	0.33	0.33	0.33	2.102	0.24	0.37	1.87	0.00	0.00	0.33	0.622	A
100000794	2,200,000	4,400,000	4	0.231	0.057	0.500	0.33	0.33	0.33	2.096	0.23	0.35	1.85	0.00	0.00	0.33	0.615	A
100003704	1,980,000	3,960,000	4	0.208	0.052	0.500	0.33	0.33	0.33	2.087	0.21	0.31	1.81	0.00	0.00	0.33	0.604	A
100005264	1,460,470	4,381,410	4	0.154	0.057	0.500	0.33	0.33	0.33	2.070	0.15	0.27	1.77	0.00	0.00	0.33	0.589	A
100006398	825,000	6,600,000	4	0.087	0.086	0.500	0.33	0.33	0.33	2.058	0.09	0.26	1.76	0.00	0.00	0.33	0.586	A



Itemnum1	Unit Cost	Total Annual Cost	LT	Yij (normalisasi)			Wij			Si(1)	Xij			Uij			Si(2)	Klasifikasi
100000578	1,500,000	3,000,000	4	0.158	0.039	0.500	0.33	0.33	0.33	2.066	0.16	0.24	1.74	0.00	0.00	0.33	0.579	A
100002036	1,500,000	3,000,000	4	0.158	0.039	0.500	0.33	0.33	0.33	2.066	0.16	0.24	1.74	0.00	0.00	0.33	0.579	A
100002042	1,500,000	3,000,000	4	0.158	0.039	0.500	0.33	0.33	0.33	2.066	0.16	0.24	1.74	0.00	0.00	0.33	0.579	A
100008327	450,000	42,300,000	2	0.047	0.551	0.167	0.50	0.50	0.00	0.632	0.05	1.15	1.65	0.00	0.50	0.00	0.574	A
100003760	902,000	4,510,000	4	0.095	0.059	0.500	0.33	0.33	0.33	2.051	0.09	0.21	1.71	0.00	0.00	0.33	0.571	A
100008333	1,000,000	2,000,000	4	0.105	0.026	0.500	0.33	0.33	0.33	2.044	0.11	0.16	1.66	0.00	0.00	0.33	0.552	A
100003761	949,143	1,898,286	4	0.100	0.025	0.500	0.33	0.33	0.33	2.041	0.10	0.15	1.65	0.00	0.00	0.33	0.550	A
100002940	608,000	608,000	4	0.064	0.008	0.500	0.33	0.33	0.33	2.024	0.06	0.08	1.58	0.00	0.00	0.33	0.527	A
100003006	250,863	1,505,178	4	0.026	0.020	0.500	0.5	0.5	0	2.023	0.03	0.07	1.57	0.00	0.00	0.33	0.522	A
100003158	429,000	429,000	4	0.045	0.006	0.500	0.33	0.33	0.33	2.017	0.04	0.06	1.56	0.00	0.00	0.33	0.519	A
100003229	320,000	15,360,000	3	0.033	0.200	0.333	0.5	0.5	0	1.117	0.03	0.43	1.43	0.00	0.00	0.33	0.478	A
100003757	401,500	14,454,000	3	0.042	0.188	0.333	0.33	0.33	0.33	1.077	0.04	0.42	1.42	0.00	0.00	0.33	0.473	B
100000373	50,000	34,750,000	1	0.005	0.452	0.000	0.5	0.5	0	0.229	0.01	0.91	0.91	0.00	0.50	0.00	0.455	B
100000373	50,000	34,650,000	1	0.005	0.451	0.000	0.5	0.5	0	0.228	0.01	0.91	0.91	0.00	0.50	0.00	0.454	B
100005513	410,190	7,383,420	3	0.043	0.096	0.333	0.33	0.33	0.33	1.046	0.04	0.24	1.24	0.00	0.00	0.33	0.412	B
100003849	355,963	5,695,408	3	0.037	0.074	0.333	0.33	0.33	0.33	1.037	0.04	0.19	1.19	0.00	0.00	0.33	0.395	B
100008405	400,000	4,400,000	3	0.042	0.057	0.333	0.33	0.33	0.33	1.033	0.04	0.16	1.16	0.00	0.00	0.33	0.385	B
100003994	375,000	3,750,000	3	0.039	0.049	0.333	0.33	0.33	0.33	1.029	0.04	0.14	1.14	0.00	0.00	0.33	0.379	B
100003849	257,400	4,118,400	3	0.027	0.054	0.333	0.5	0.5	0	1.040	0.03	0.13	1.13	0.00	0.00	0.33	0.378	B
100005636	361,364	3,252,276	3	0.038	0.042	0.333	0.33	0.33	0.33	1.027	0.04	0.12	1.12	0.00	0.00	0.33	0.374	B
100008328	550,000	1,100,000	3	0.058	0.014	0.333	0.33	0.33	0.33	1.024	0.06	0.09	1.09	0.00	0.00	0.33	0.362	B
100005510	440,000	1,320,000	3	0.046	0.017	0.333	0.33	0.33	0.33	1.021	0.05	0.08	1.08	0.00	0.00	0.33	0.360	B
100001021	500,000	1,000,000	3	0.052	0.013	0.333	0.33	0.33	0.33	1.022	0.05	0.08	1.08	0.00	0.00	0.33	0.359	B
100002024	259,615	1,817,305	3	0.027	0.024	0.333	0.5	0.5	0	1.025	0.03	0.07	1.07	0.00	0.00	0.33	0.358	B
100005512	467,500	935,000	3	0.049	0.012	0.333	0.33	0.33	0.33	1.020	0.05	0.07	1.07	0.00	0.00	0.33	0.358	B



Itemnum1	Unit Cost	Total Annual Cost	LT	Yij (normalisasi)			Wij			Si(1)	Xij			Uij			Si(2)	Klasifikasi
100005511	440,000	880,000	3	0.046	0.011	0.333	0.33	0.33	0.33	1.019	0.05	0.07	1.07	0.00	0.00	0.33	0.356	B
100008324	350,000	1,050,000	3	0.037	0.014	0.333	0.33	0.33	0.33	1.017	0.04	0.06	1.06	0.00	0.00	0.33	0.355	B
100002041	400,000	800,000	3	0.042	0.010	0.333	0.33	0.33	0.33	1.017	0.04	0.06	1.06	0.00	0.00	0.33	0.354	B
100000332	398,400	796,800	3	0.042	0.010	0.333	0.33	0.33	0.33	1.017	0.04	0.06	1.06	0.00	0.00	0.33	0.354	B
100006788	300,000	600,000	3	0.031	0.008	0.333	0.5	0.5	0	1.020	0.03	0.05	1.05	0.00	0.00	0.33	0.349	B
100004736	251,075	753,225	3	0.026	0.010	0.333	0.5	0.5	0	1.018	0.03	0.05	1.05	0.00	0.00	0.33	0.349	B
100004479	350,000	350,000	3	0.037	0.005	0.333	0.33	0.33	0.33	1.014	0.04	0.05	1.05	0.00	0.00	0.33	0.349	B
100004062	245,000	490,000	3	0.026	0.006	0.333	0.5	0.5	0	1.016	0.03	0.04	1.04	0.00	0.00	0.33	0.346	B
100000869	242,500	242,500	3	0.025	0.003	0.333	0.5	0.5	0	1.014	0.03	0.03	1.03	0.00	0.00	0.33	0.344	B
100006430	242,000	242,000	3	0.025	0.003	0.333	0.5	0.5	0	1.014	0.03	0.03	1.03	0.00	0.00	0.33	0.344	B
100000286	99,136	24,189,272	1	0.010	0.315	0.000	0.5	0.5	0	0.163	0.01	0.64	0.64	0.00	0.50	0.00	0.320	B
100007282	46,885	19,410,390	1	0.005	0.253	0.000	0.5	0.5	0	0.129	0.00	0.51	0.51	0.00	0.50	0.00	0.255	B
100000222	11,000	19,008,000	1	0.001	0.247	0.000	0.5	0.5	0	0.124	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50	0.00	0.248	B
100007284	46,068	18,335,064	1	0.005	0.239	0.000	0.5	0.5	0	0.122	0.00	0.48	0.48	0.00	0.50	0.00	0.241	B
100000222	11,000	18,249,000	1	0.001	0.238	0.000	0.5	0.5	0	0.119	0.00	0.48	0.48	0.00	0.50	0.00	0.238	B
100005634	610,939	5,498,451	2	0.064	0.072	0.167	0.33	0.33	0.33	0.379	0.06	0.21	0.71	0.00	0.00	0.33	0.236	B
100003847	308,880	4,942,080	2	0.032	0.064	0.167	0.5	0.5	0	0.382	0.03	0.16	0.66	0.00	0.00	0.33	0.220	B
100002022	283,140	4,530,240	2	0.030	0.059	0.167	0.5	0.5	0	0.378	0.03	0.15	0.65	0.00	0.00	0.33	0.216	B
100000754	475,000	2,850,000	2	0.050	0.037	0.167	0.33	0.33	0.33	0.362	0.05	0.12	0.62	0.00	0.00	0.33	0.208	B
100003013	369,828	2,588,796	2	0.039	0.034	0.167	0.33	0.33	0.33	0.357	0.04	0.11	0.61	0.00	0.00	0.33	0.202	B
100003013	369,828	2,588,796	2	0.039	0.034	0.167	0.33	0.33	0.33	0.357	0.04	0.11	0.61	0.00	0.00	0.33	0.202	B
100000270	10,175	15,354,075	1	0.001	0.200	0.000	0.5	0.5	0	0.100	0.00	0.40	0.40	0.00	0.50	0.00	0.200	B
100007279	36,308	15,031,512	1	0.004	0.196	0.000	0.5	0.5	0	0.100	0.00	0.39	0.39	0.00	0.50	0.00	0.197	B
100002240	392,040	1,960,200	2	0.041	0.026	0.167	0.33	0.33	0.33	0.356	0.04	0.09	0.59	0.00	0.00	0.33	0.197	B
100002024	259,615	2,336,535	2	0.027	0.030	0.167	0.5	0.5	0	0.362	0.03	0.09	0.59	0.00	0.00	0.33	0.196	B



Itemnum1	Unit Cost	Total Annual Cost	LT	Yij (normalisasi)			Wij			Si(1)	Xij			Uij			Si(2)	Klasifikasi
100003098	495,000	990,000	2	0.052	0.013	0.167	0.33	0.33	0.33	0.355	0.05	0.08	0.58	0.00	0.00	0.33	0.193	B
100003006	250,863	1,505,178	2	0.026	0.020	0.167	0.5	0.5	0	0.356	0.03	0.07	0.57	0.00	0.00	0.33	0.188	B
100002038	400,000	800,000	2	0.042	0.010	0.167	0.33	0.33	0.33	0.351	0.04	0.06	0.56	0.00	0.00	0.33	0.188	B
100002939	460,000	460,000	2	0.048	0.006	0.167	0.33	0.33	0.33	0.351	0.05	0.06	0.56	0.00	0.00	0.33	0.187	B
100002106	33,444	13,879,355	1	0.003	0.181	0.000	0.5	0.5	0	0.092	0.00	0.36	0.36	0.00	0.50	0.00	0.182	B
100005448	275,000	550,000	2	0.029	0.007	0.167	0.5	0.5	0	0.351	0.03	0.04	0.54	0.00	0.00	0.33	0.181	B
100003007	120,486	722,916	2	0.012	0.009	0.167	0.33	0.33	0.33	0.341	0.01	0.03	0.53	0.00	0.00	0.33	0.177	B
100003025	159,500	478,500	2	0.017	0.006	0.167	0.33	0.33	0.33	0.341	0.02	0.03	0.53	0.00	0.00	0.33	0.176	B
100006845	150,000	150,000	2	0.016	0.002	0.167	0.33	0.33	0.33	0.339	0.02	0.02	0.52	0.00	0.00	0.33	0.173	B
100003005	39,600	9,939,600	1	0.004	0.129	0.000	0.5	0.5	0	0.067	0.00	0.26	0.26	0.00	0.50	0.00	0.131	B
100003005	39,600	9,939,600	1	0.004	0.129	0.000	0.5	0.5	0	0.067	0.00	0.26	0.26	0.00	0.50	0.00	0.131	B
100003005	39,600	9,939,600	1	0.004	0.129	0.000	0.5	0.5	0	0.067	0.00	0.26	0.26	0.00	0.50	0.00	0.131	B
100003005	39,600	9,939,600	1	0.004	0.129	0.000	0.5	0.5	0	0.067	0.00	0.26	0.26	0.00	0.50	0.00	0.131	B
100000221	26,540	9,474,641	1	0.003	0.123	0.000	0.5	0.5	0	0.063	0.00	0.25	0.25	0.00	0.50	0.00	0.125	B
100007466	175,000	8,575,000	1	0.018	0.112	0.000	0.5	0.5	0	0.065	0.02	0.24	0.24	0.00	0.50	0.00	0.121	B
100000433	81,675	8,494,200	1	0.008	0.111	0.000	0.5	0.5	0	0.059	0.01	0.23	0.23	0.00	0.50	0.00	0.115	B
100003105	121,000	7,744,000	1	0.013	0.101	0.000	0.5	0.5	0	0.057	0.01	0.21	0.21	0.00	0.50	0.00	0.107	B
100003105	121,000	7,744,000	1	0.013	0.101	0.000	0.5	0.5	0	0.057	0.01	0.21	0.21	0.00	0.50	0.00	0.107	B
100004604	26,950	8,031,100	1	0.003	0.105	0.000	0.5	0.5	0	0.054	0.00	0.21	0.21	0.00	0.50	0.00	0.106	B
100005969	105,000	7,140,000	1	0.011	0.093	0.000	0.5	0.5	0	0.052	0.01	0.20	0.20	0.00	0.50	0.00	0.098	B
100002355	72,848	6,847,753	1	0.007	0.089	0.000	0.5	0.5	0	0.048	0.01	0.19	0.19	0.00	0.50	0.00	0.093	B
100005503	28,490	5,897,430	1	0.003	0.077	0.000	0.5	0.5	0	0.040	0.00	0.16	0.16	0.00	0.50	0.00	0.078	B
100003314	95,865	5,560,170	1	0.010	0.072	0.000	0.5	0.5	0	0.041	0.01	0.15	0.15	0.00	0.50	0.00	0.077	B
100000148	60,500	5,445,000	1	0.006	0.071	0.000	0.5	0.5	0	0.039	0.01	0.15	0.15	0.00	0.50	0.00	0.074	B
100003104	113,000	5,198,000	1	0.012	0.068	0.000	0.5	0.5	0	0.040	0.01	0.15	0.15	0.00	0.50	0.00	0.073	B



Itemnum1	Unit Cost	Total Annual Cost	LT	Yij (normalisasi)			Wij			Si(1)	Xij			Uij			Si(2)	Klasifikasi
100000147	53,625	5,416,125	1	0.005	0.071	0.000	0.5	0.5	0	0.038	0.01	0.15	0.15	0.00	0.50	0.00	0.073	C
100004601	26,950	5,336,100	1	0.003	0.069	0.000	0.5	0.5	0	0.036	0.00	0.14	0.14	0.00	0.50	0.00	0.071	C
100004440	120,000	4,800,000	1	0.012	0.062	0.000	0.5	0.5	0	0.037	0.01	0.14	0.14	0.00	0.50	0.00	0.069	C
100003106	127,000	4,699,000	1	0.013	0.061	0.000	0.5	0.5	0	0.037	0.01	0.14	0.14	0.00	0.50	0.00	0.068	C
100002968	46,000	4,508,000	1	0.005	0.059	0.000	0.5	0.5	0	0.032	0.00	0.12	0.12	0.00	0.50	0.00	0.061	C
100006750	209,000	3,762,000	1	0.022	0.049	0.000	0.5	0.5	0	0.035	0.02	0.12	0.12	0.00	0.50	0.00	0.060	C
100003010	44,220	4,333,560	1	0.004	0.056	0.000	0.5	0.5	0	0.030	0.00	0.12	0.12	0.00	0.50	0.00	0.059	C
100002945	207,900	3,326,400	1	0.022	0.043	0.000	0.5	0.5	0	0.032	0.02	0.11	0.11	0.00	0.50	0.00	0.054	C
100003011	18,480	3,659,040	1	0.002	0.048	0.000	0.5	0.5	0	0.025	0.00	0.10	0.10	0.00	0.50	0.00	0.048	C
100003814	180,180	2,882,880	1	0.019	0.038	0.000	0.5	0.5	0	0.028	0.02	0.09	0.09	0.00	0.50	0.00	0.047	C
100003012	33,000	3,102,000	1	0.003	0.040	0.000	0.5	0.5	0	0.022	0.00	0.08	0.08	0.00	0.50	0.00	0.042	C
100000274	209,000	2,090,000	1	0.022	0.027	0.000	0.5	0.5	0	0.024	0.02	0.08	0.08	0.00	0.50	0.00	0.038	C
100002097	11,000	2,552,000	1	0.001	0.033	0.000	0.5	0.5	0	0.017	0.00	0.07	0.07	0.00	0.50	0.00	0.034	C
100003005	9,900	2,484,900	1	0.001	0.032	0.000	0.5	0.5	0	0.017	0.00	0.07	0.07	0.00	0.50	0.00	0.033	C
100002909	29,000	2,291,000	1	0.003	0.030	0.000	0.5	0.5	0	0.016	0.00	0.06	0.06	0.00	0.50	0.00	0.031	C
100000211	16,367	2,291,414	1	0.001	0.030	0.000	0.5	0.5	0	0.016	0.00	0.06	0.06	0.00	0.50	0.00	0.031	C
100006749	137,500	1,787,500	1	0.014	0.023	0.000	0.5	0.5	0	0.019	0.01	0.06	0.06	0.00	0.50	0.00	0.030	C
100002209	31,350	2,131,800	1	0.003	0.028	0.000	0.5	0.5	0	0.015	0.00	0.06	0.06	0.00	0.50	0.00	0.029	C
100006389	44,000	2,068,000	1	0.004	0.027	0.000	0.5	0.5	0	0.016	0.00	0.06	0.06	0.00	0.50	0.00	0.029	C
100002646	130,500	1,696,500	1	0.014	0.022	0.000	0.5	0.5	0	0.018	0.01	0.06	0.06	0.00	0.50	0.00	0.029	C
100002211	63,800	1,850,200	1	0.006	0.024	0.000	0.5	0.5	0	0.015	0.01	0.05	0.05	0.00	0.50	0.00	0.027	C
100003813	102,960	1,647,360	1	0.011	0.021	0.000	0.5	0.5	0	0.016	0.01	0.05	0.05	0.00	0.50	0.00	0.027	C
100003256	157,080	1,413,720	1	0.016	0.018	0.000	0.5	0.5	0	0.017	0.02	0.05	0.05	0.00	0.50	0.00	0.027	C
100000822	224,167	1,120,833	1	0.023	0.015	0.000	0.5	0.5	0	0.019	0.02	0.05	0.05	0.00	0.50	0.00	0.026	C
100004020	18,700	1,832,600	1	0.002	0.024	0.000	0.5	0.5	0	0.013	0.00	0.05	0.05	0.00	0.50	0.00	0.025	C



Itemnum1	Unit Cost	Total Annual Cost	LT	Yij (normalisasi)			Wij			Si(1)	Xij			Uij			Si(2)	Klasifikasi
100002735	135,000	1,350,000	1	0.014	0.018	0.000	0.5	0.5	0	0.016	0.01	0.05	0.05	0.00	0.50	0.00	0.025	C
100000225	1,250	1,861,250	1	0.000	0.024	0.000	0.5	0.5	0	0.012	0.00	0.05	0.05	0.00	0.50	0.00	0.024	C
100002857	18,000	1,764,000	1	0.002	0.023	0.000	0.5	0.5	0	0.012	0.00	0.05	0.05	0.00	0.50	0.00	0.024	C
100006429	220,000	220,000	1	0.023	0.003	0.000	0.5	0.5	0	0.013	0.02	0.03	0.03	1.00	0.00	0.00	0.023	C
100003103	34,000	1,598,000	1	0.003	0.021	0.000	0.5	0.5	0	0.012	0.00	0.04	0.04	0.00	0.50	0.00	0.022	C
100002213	25,000	1,500,000	1	0.002	0.020	0.000	0.5	0.5	0	0.011	0.00	0.04	0.04	0.00	0.50	0.00	0.021	C
100005501	63,360	1,330,560	1	0.006	0.017	0.000	0.5	0.5	0	0.012	0.01	0.04	0.04	0.00	0.50	0.00	0.021	C
100003102	22,000	1,474,000	1	0.002	0.019	0.000	0.5	0.5	0	0.011	0.00	0.04	0.04	0.00	0.50	0.00	0.020	C
100003812	77,720	1,243,520	1	0.008	0.016	0.000	0.5	0.5	0	0.012	0.01	0.04	0.04	0.00	0.50	0.00	0.020	C
100004813	183,920	367,840	1	0.019	0.005	0.000	0.5	0.5	0	0.012	0.02	0.03	0.03	1.00	0.00	0.00	0.019	C
100003748	34,000	1,292,000	1	0.003	0.017	0.000	0.5	0.5	0	0.010	0.00	0.04	0.04	0.00	0.50	0.00	0.018	C
100002989	176,000	528,000	1	0.018	0.007	0.000	0.5	0.5	0	0.013	0.02	0.03	0.03	1.00	0.00	0.00	0.018	C
100002226	174,950	524,850	1	0.018	0.007	0.000	0.5	0.5	0	0.013	0.02	0.03	0.03	1.00	0.00	0.00	0.018	C
100002692	16,500	1,303,500	1	0.002	0.017	0.000	0.5	0.5	0	0.009	0.00	0.04	0.04	0.00	0.50	0.00	0.018	C
100004368	85,000	1,020,000	1	0.009	0.013	0.000	0.5	0.5	0	0.011	0.01	0.04	0.04	0.00	0.50	0.00	0.018	C
100002991	13,200	1,280,400	1	0.001	0.017	0.000	0.5	0.5	0	0.009	0.00	0.03	0.03	0.00	0.50	0.00	0.017	C
100007465	25,000	1,225,000	1	0.002	0.016	0.000	0.5	0.5	0	0.009	0.00	0.03	0.03	0.00	0.50	0.00	0.017	C
100000799	160,000	640,000	1	0.017	0.008	0.000	1	0	0	0.017	0.02	0.03	0.03	0.00	0.50	0.00	0.017	C
100000272	27,750	1,165,500	1	0.003	0.015	0.000	0.5	0.5	0	0.009	0.00	0.03	0.03	0.00	0.50	0.00	0.017	C
100000440	25,000	465,000	1	0.002	0.015	0.000	0.5	0.5	0	0.009	0.00	0.03	0.03	0.00	0.50	0.00	0.016	C
100000231	7,425	1,150,000	1	0.001	0.016	0.000	0.5	0.5	0	0.008	0.00	0.03	0.03	0.00	0.50	0.00	0.016	C
100006300	155,000	1,217,700	1	0.016	0.006	0.000	1	0	0	0.016	0.02	0.03	0.03	1.00	0.00	0.00	0.016	C
100000231	7,425	1,188,000	1	0.001	0.015	0.000	0.5	0.5	0	0.008	0.00	0.03	0.03	0.00	0.50	0.00	0.016	C
100003007	120,486	300,000	1	0.012	0.009	0.000	1	0	0	0.012	0.01	0.03	0.03	0.00	0.50	0.00	0.016	C
100003095	150,000	300,000	1	0.016	0.008	0.000	1	0	0	0.016	0.02	0.03	0.03	0.00	0.50	0.00	0.016	C



Itemnum1	Unit Cost	Total Annual Cost	LT	Yij (normalisasi)			Wij			Si(1)	Xij			Uij			Si(2)	Klasifikasi
100006787	150,000	300,000	1	0.016	0.004	0.000	1	0	0	0.016	0.02	0.02	0.02	1.00	0.00	0.00	0.016	C
100006789	150,000	300,000	1	0.016	0.004	0.000	1	0	0	0.016	0.02	0.02	0.02	1.00	0.00	0.00	0.016	C
100006790	150,000	300,000	1	0.016	0.004	0.000	1	0	0	0.016	0.02	0.02	0.02	1.00	0.00	0.00	0.016	C
100006791	150,000	300,000	1	0.016	0.004	0.000	1	0	0	0.016	0.02	0.02	0.02	1.00	0.00	0.00	0.016	C
100006793	150,000	150,000	1	0.016	0.004	0.000	1	0	0	0.016	0.02	0.02	0.02	1.00	0.00	0.00	0.016	C
100006794	150,000	150,000	1	0.016	0.004	0.000	1	0	0	0.016	0.02	0.02	0.02	1.00	0.00	0.00	0.016	C
100006835	150,000	150,000	1	0.016	0.002	0.000	1	0	0	0.016	0.02	0.02	0.02	1.00	0.00	0.00	0.016	C
100006838	150,000	150,000	1	0.016	0.002	0.000	1	0	0	0.016	0.02	0.02	0.02	1.00	0.00	0.00	0.016	C
100006841	150,000	150,000	1	0.016	0.002	0.000	1	0	0	0.016	0.02	0.02	0.02	1.00	0.00	0.00	0.016	C
100006842	150,000	150,000	1	0.016	0.002	0.000	1	0	0	0.016	0.02	0.02	0.02	1.00	0.00	0.00	0.016	C
100006843	150,000	722,916	1	0.016	0.002	0.000	1	0	0	0.016	0.02	0.02	0.02	1.00	0.00	0.00	0.016	C
100006846	150,000	600,000	1	0.016	0.002	0.000	1	0	0	0.016	0.02	0.02	0.02	1.00	0.00	0.00	0.016	C
100002990	11,770	1,141,690	1	0.001	0.015	0.000	0.5	0.5	0	0.008	0.00	0.03	0.03	0.00	0.50	0.00	0.015	C
100002990	11,770	1,141,690	1	0.001	0.015	0.000	0.5	0.5	0	0.008	0.00	0.03	0.03	0.00	0.50	0.00	0.015	C
100006428	145,200	145,200	1	0.015	0.002	0.000	1	0	0	0.015	0.02	0.02	0.02	1.00	0.00	0.00	0.015	C
100002254	63,855	893,970	1	0.006	0.012	0.000	0.5	0.5	0	0.009	0.01	0.03	0.03	0.00	0.50	0.00	0.015	C
100002212	24,100	1,036,300	1	0.002	0.013	0.000	0.5	0.5	0	0.008	0.00	0.03	0.03	0.00	0.50	0.00	0.015	C
100000367	31,900	957,000	1	0.003	0.012	0.000	0.5	0.5	0	0.008	0.00	0.03	0.03	0.00	0.50	0.00	0.014	C
100002950	96,600	676,200	1	0.010	0.009	0.000	1	0	0	0.010	0.01	0.03	0.03	0.00	0.50	0.00	0.014	C
100003164	51,480	823,680	1	0.005	0.011	0.000	0.5	0.5	0	0.008	0.01	0.03	0.03	0.00	0.50	0.00	0.013	C
100006388	19,800	930,600	1	0.002	0.012	0.000	0.5	0.5	0	0.007	0.00	0.03	0.03	0.00	0.50	0.00	0.013	C
100000228	35,000	840,000	1	0.003	0.011	0.000	0.5	0.5	0	0.007	0.00	0.03	0.03	0.00	0.50	0.00	0.013	C
100000343	58,000	696,000	1	0.006	0.009	0.000	0.5	0.5	0	0.007	0.01	0.02	0.02	0.00	0.50	0.00	0.012	C
100003747	22,000	836,000	1	0.002	0.011	0.000	0.5	0.5	0	0.006	0.00	0.02	0.02	0.00	0.50	0.00	0.012	C
100004503	113,190	339,570	1	0.012	0.004	0.000	1	0	0	0.012	0.01	0.02	0.02	1.00	0.00	0.00	0.012	C



Itemnum1	Unit Cost	Total Annual Cost	LT	Yij (normalisasi)			Wij			Si(1)	Xij			Uij			Si(2)	Klasifikasi
100000350	33,000	759,000	1	0.003	0.010	0.000	0.5	0.5	0	0.007	0.00	0.02	0.02	0.00	0.50	0.00	0.012	C
100003974	110,000	110,000	1	0.011	0.001	0.000	1	0	0	0.011	0.01	0.01	0.01	1.00	0.00	0.00	0.011	C
100003746	13,500	105,600	1	0.001	0.010	0.000	0.5	0.5	0	0.006	0.00	0.02	0.02	0.00	0.50	0.00	0.011	C
100006427	105,600	796,500	1	0.011	0.001	0.000	1	0	0	0.011	0.01	0.01	0.01	1.00	0.00	0.00	0.011	C
100002346	40,000	680,000	1	0.004	0.009	0.000	0.5	0.5	0	0.006	0.00	0.02	0.02	0.00	0.50	0.00	0.011	C
100000761	52,125	625,500	1	0.005	0.008	0.000	0.5	0.5	0	0.007	0.01	0.02	0.02	0.00	0.50	0.00	0.011	C
100000431	20,000	720,000	1	0.002	0.009	0.000	0.5	0.5	0	0.006	0.00	0.02	0.02	0.00	0.50	0.00	0.010	C
100002255	65,000	520,000	1	0.007	0.007	0.000	0.5	0.5	0	0.007	0.01	0.02	0.02	0.00	0.50	0.00	0.010	C
100004657	25,000	675,000	1	0.002	0.009	0.000	0.5	0.5	0	0.006	0.00	0.02	0.02	0.00	0.50	0.00	0.010	C
100002717	7,300	715,400	1	0.001	0.009	0.000	0.5	0.5	0	0.005	0.00	0.02	0.02	0.00	0.50	0.00	0.010	C
100003752	90,000	270,000	1	0.009	0.004	0.000	1	0	0	0.009	0.01	0.02	0.02	1.00	0.00	0.00	0.009	C
100004659	90,000	180,000	1	0.009	0.002	0.000	1	0	0	0.009	0.01	0.01	0.01	1.00	0.00	0.00	0.009	C
100002445	13,500	634,500	1	0.001	0.008	0.000	0.5	0.5	0	0.005	0.00	0.02	0.02	0.00	0.50	0.00	0.009	C
100006415	84,480	84,480	1	0.009	0.001	0.000	1	0	0	0.009	0.01	0.01	0.01	1.00	0.00	0.00	0.009	C
100003096	21,050	568,350	1	0.002	0.007	0.000	0.5	0.5	0	0.005	0.00	0.02	0.02	0.00	0.50	0.00	0.008	C
100003096	21,050	568,350	1	0.002	0.007	0.000	0.5	0.5	0	0.005	0.00	0.02	0.02	0.00	0.50	0.00	0.008	C
100000347	80,000	240,000	1	0.008	0.003	0.000	1	0	0	0.008	0.01	0.01	0.01	1.00	0.00	0.00	0.008	C
100006416	79,200	79,200	1	0.008	0.001	0.000	1	0	0	0.008	0.01	0.01	0.01	1.00	0.00	0.00	0.008	C
100002910	10,000	580,000	1	0.001	0.008	0.000	0.5	0.5	0	0.004	0.00	0.02	0.02	0.00	0.50	0.00	0.008	C
100000609	15,000	525,000	1	0.001	0.007	0.000	0.5	0.5	0	0.004	0.00	0.02	0.02	0.00	0.50	0.00	0.008	C
100003210	13,987	503,532	1	0.001	0.007	0.000	0.5	0.5	0	0.004	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.007	C
100002214	50,000	350,000	1	0.005	0.005	0.000	1	0	0	0.005	0.01	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.007	C
100002084	44,000	352,000	1	0.004	0.005	0.000	0.5	0.5	0	0.004	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.007	C
100006438	23,760	427,680	1	0.002	0.006	0.000	0.5	0.5	0	0.004	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.007	C
100002917	6,500	494,000	1	0.000	0.006	0.000	0.5	0.5	0	0.003	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.007	C



Itemnum1	Unit Cost	Total Annual Cost	LT	Yij (normalisasi)			Wij			Si(1)	Xij			Uij			Si(2)	Klasifikasi
100001921	63,855	255,420	1	0.006	0.003	0.000	1	0	0	0.006	0.01	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.007	C
100000430	15,000	420,000	1	0.001	0.005	0.000	0.5	0.5	0	0.003	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.006	C
100000515	15,000	420,000	1	0.001	0.005	0.000	0.5	0.5	0	0.003	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.006	C
100007468	9,000	441,000	1	0.001	0.006	0.000	0.5	0.5	0	0.003	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.006	C
100000238	20,450	388,550	1	0.002	0.005	0.000	0.5	0.5	0	0.003	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.006	C
100000226	5,445	441,045	1	0.000	0.006	0.000	0.5	0.5	0	0.003	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.006	C
100003313	45,000	270,000	1	0.005	0.004	0.000	1	0	0	0.005	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.006	C
100001446	15,000	390,000	1	0.001	0.005	0.000	0.5	0.5	0	0.003	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.006	C
100006068	8,610	413,280	1	0.001	0.005	0.000	0.5	0.5	0	0.003	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.006	C
100005517	32,500	292,500	1	0.003	0.004	0.000	0.5	0.5	0	0.003	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.005	C
100002271	51,975	103,950	1	0.005	0.001	0.000	1	0	0	0.005	0.01	0.01	0.01	1.00	0.00	0.00	0.005	C
100005516	32,500	99,000	1	0.003	0.003	0.000	0.5	0.5	0	0.003	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.005	C
100006432	49,500	260,000	1	0.005	0.001	0.000	1	0	0	0.005	0.00	0.01	0.01	1.00	0.00	0.00	0.005	C
100002910	10,000	350,000	1	0.001	0.005	0.000	0.5	0.5	0	0.003	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.005	C
100002686	7,425	142,500	1	0.001	0.005	0.000	0.5	0.5	0	0.003	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.005	C
100000346	47,500	348,975	1	0.005	0.002	0.000	1	0	0	0.005	0.00	0.01	0.01	1.00	0.00	0.00	0.005	C
100001543	41,250	206,250	1	0.004	0.003	0.000	1	0	0	0.004	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.005	C
100003101	12,500	312,500	1	0.001	0.004	0.000	0.5	0.5	0	0.003	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.005	C
100003881	6,380	299,860	1	0.000	0.004	0.000	0.5	0.5	0	0.002	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.004	C
100007467	6,000	294,000	1	0.000	0.004	0.000	0.5	0.5	0	0.002	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.004	C
100000236	7,123	277,797	1	0.001	0.004	0.000	0.5	0.5	0	0.002	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.004	C
100000208	13,200	237,600	1	0.001	0.003	0.000	0.5	0.5	0	0.002	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.004	C
100003208	7,053	105,000	1	0.001	0.003	0.000	0.5	0.5	0	0.002	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.004	C
100002081	21,120	253,908	1	0.002	0.002	0.000	0.5	0.5	0	0.002	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.003	C
100002913	35,000	190,080	1	0.003	0.000	0.000	1	0	0	0.003	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.003	C



Itemnum1	Unit Cost	Total Annual Cost	LT	Yij (normalisasi)			Wij			Si(1)	Xij			Uij			Si(2)	Klasifikasi
100006431	33,000	99,000	1	0.003	0.001	0.000	1	0	0	0.003	0.00	0.01	0.01	1.00	0.00	0.00	0.003	C
100000234	13,233	94,875	1	0.001	0.003	0.000	0.5	0.5	0	0.002	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.003	C
100000269	30,867	198,500	1	0.003	0.002	0.000	1	0	0	0.003	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.003	C
100002089	20,592	123,467	1	0.002	0.002	0.000	0.5	0.5	0	0.002	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.003	C
100002093	31,625	164,736	1	0.003	0.001	0.000	1	0	0	0.003	0.00	0.01	0.01	1.00	0.00	0.00	0.003	C
100003108	26,730	133,650	1	0.003	0.002	0.000	1	0	0	0.003	0.00	0.01	0.01	0.00	0.50	0.00	0.003	C
100000817	27,500	55,000	1	0.003	0.001	0.000	1	0	0	0.003	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.003	C
100000335	25,000	50,000	1	0.002	0.001	0.000	1	0	0	0.002	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.002	C
100002916	25,000	25,000	1	0.002	0.000	0.000	1	0	0	0.002	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.002	C
100002944	3,713	167,085	1	0.000	0.002	0.000	0.5	0.5	0	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.002	C
100002228	6,864	137,280	1	0.000	0.002	0.000	0.5	0.5	0	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.002	C
100000198	14,000	40,000	1	0.001	0.001	0.000	0.5	0.5	0	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.002	C
100002091	6,160	20,000	1	0.000	0.002	0.000	0.5	0.5	0	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.002	C
100000235	20,000	39,600	1	0.002	0.001	0.000	1	0	0	0.002	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.002	C
100004658	20,000	98,000	1	0.002	0.000	0.000	1	0	0	0.002	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.002	C
100003409	19,800	129,360	1	0.002	0.001	0.000	1	0	0	0.002	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.002	C
100002087	5,000	130,000	1	0.000	0.002	0.000	0.5	0.5	0	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.002	C
100002273	13,133	91,933	1	0.001	0.001	0.000	0.5	0.5	0	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.002	C
100000237	11,000	51,000	1	0.001	0.001	0.000	0.5	0.5	0	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.002	C
100000387	2,750	17,000	1	0.000	0.002	0.000	0.5	0.5	0	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.002	C
100002682	17,000	88,000	1	0.002	0.000	0.000	1	0	0	0.002	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.002	C
100003493	17,000	121,000	1	0.002	0.000	0.000	1	0	0	0.002	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.002	C
100000580	26,400	79,200	1	0.003	0.001	0.000	1	0	0	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.002	C
100002702	5,558	94,492	1	0.000	0.001	0.000	0.5	0.5	0	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.001	C
100000366	8,400	75,600	1	0.001	0.001	0.000	0.5	0.5	0	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.001	C



Itemnum1	Unit Cost	Total Annual Cost	LT	Yij (normalisasi)			Wij			Si(1)	Xij			Uij			Si(2)	Klasifikasi
100000351	6,000	11,000	1	0.000	0.001	0.000	0.5	0.5	0	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.001	C
100000351	6,000	11,000	1	0.000	0.001	0.000	0.5	0.5	0	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.001	C
100002075	11,000	66,000	1	0.001	0.000	0.000	0.5	0.5	0	0.001	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.001	C
100002075	11,000	66,000	1	0.001	0.000	0.000	0.5	0.5	0	0.001	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.001	C
100000239	9,000	36,000	1	0.001	0.000	0.000	1	0	0	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.001	C
100001545	7,000	42,000	1	0.001	0.001	0.000	0.5	0.5	0	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.001	C
100001547	4,500	40,500	1	0.000	0.001	0.000	0.5	0.5	0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.001	C
100001546	3,000	39,000	1	0.000	0.001	0.000	0.5	0.5	0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.001	C
100002703	3,000	24,000	1	0.000	0.000	0.000	0.5	0.5	0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.000	C
100002734	3,037	21,257	1	0.000	0.000	0.000	0.5	0.5	0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.000	C
100001548	2,214	19,928	1	0.000	0.000	0.000	0.5	0.5	0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.000	C



**LAMPIRAN B**  
**Hasil Peramalan Metode Terpilih**

100000440	100003229			100000286	100003849	100000147	100004440
SBA	SMC Replikasi 1	SMC Replikasi 2	SMC Replikasi 3	SBA	SBA	SBA	SBA
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	2	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	2	0	0	0	0	0	0
0	0	5	0	0	0	0	0
0	0	2	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	3	0	1	0	1	0
0	5	0	0	3	0	2	0
0	0	0	5	5	0	2	0
0	0	0	0	4	0	2	0
0	0	0	0	5	0	1	0
1	7	0	7	8	0	2	0
1	0	0	0	8	0	2	0
1	0	0	0	9	0	2	0
1	0	5	0	10	0	2	0
1	6	5	0	8	0	2	0
1	0	0	5	8	0	2	0
1	6	0	0	8	0	1	0
1	0	0	0	5	0	2	0
1	0	0	0	5	0	2	0
1	0	6	0	4	0	2	0
1	0	0	3	3	0	2	1
1	0	1	1	3	0	2	1
1	0	2	0	2	0	2	1
1	0	0	0	2	0	2	1
1	0	2	0	2	0	1	1
1	0	0	0	2	0	1	1
1	5	0	2	2	0	1	1



100000440	100003229			100000286	100003849	100000147	100004440
SBA	SMC Replikasi 1	SMC Replikasi 2	SMC Replikasi 3	SBA	SBA	SBA	SBA
1	0	0	0	2	0	1	1
1	2	1	2	2	0	1	1
1	0	0	0	2	0	1	1
1	2	0	0	2	1	2	2
1	0	0	0	2	1	2	2
1	0	0	0	2	1	2	2
0	0	0	0	3	1	2	2
0	0	0	0	3	1	2	2
0	7	0	5	11	1	4	2
0	0	2	0	10	1	4	2
0	0	0	0	10	1	4	2
0	5	0	2	8	1	4	2
0	0	0	2	9	1	4	2
0	0	0	0	9	1	2	2
0	0	0	6	9	1	2	2
0	0	2	0	9	1	2	2
0	7	5	5	9	1	3	2
0	6	5	0	9	1	2	2
0	0	0	2	9	1	2	2
0	0	0	0	9	1	2	2
0	0	0	0	9	1	2	2



## LAMPIRAN C

### Hasil MRP (s,Q)

Item 100000286								
Periode	Order	In	Demand	Inventory On Hand	Order Cost	Stock out Cost	Holding Cost	Weekly Inventory Cost
1			0	30			Rp 7,035	Rp 7,035
2			0	30			Rp 7,035	Rp 7,035
3			0	30			Rp 7,035	Rp 7,035
4			0	30			Rp 7,035	Rp 7,035
5			0	30			Rp 7,035	Rp 7,035
6			0	30			Rp 7,035	Rp 7,035
7			0	30			Rp 7,035	Rp 7,035
8			0	30			Rp 7,035	Rp 7,035
9			0	30			Rp 7,035	Rp 7,035
10			1	29			Rp 6,800	Rp 6,800
11			3	26			Rp 6,097	Rp 6,097
12			5	21			Rp 4,924	Rp 4,924
13			4	17			Rp 3,986	Rp 3,986
14			5	12			Rp 2,814	Rp 2,814
15	54		8	4	Rp 27,850		Rp 938	Rp 28,788
16		54	8	50			Rp 11,725	Rp 11,725
17			9	41			Rp 9,614	Rp 9,614
18			10	31			Rp 7,269	Rp 7,269
19			8	23			Rp 5,393	Rp 5,393
20			8	15			Rp 3,517	Rp 3,517
21	54		8	7	Rp 27,850		Rp 1,641	Rp 29,491
22		54	5	56			Rp 13,132	Rp 13,132
23			5	51			Rp 11,959	Rp 11,959
24			4	47			Rp 11,021	Rp 11,021
25			3	44			Rp 10,318	Rp 10,318
26			3	41			Rp 9,614	Rp 9,614
27			2	39			Rp 9,145	Rp 9,145
28			2	37			Rp 8,676	Rp 8,676
29			2	35			Rp 8,207	Rp 8,207
30			2	33			Rp 7,738	Rp 7,738
31			2	31			Rp 7,269	Rp 7,269
32			2	29			Rp 6,800	Rp 6,800



Item 100000286								
Periode	Order	In	Demand	Inventory On Hand	Order Cost	Stock out Cost	Holding Cost	Weekly Inventory Cost
33			2	27			Rp 6,331	Rp 6,331
34			2	25			Rp 5,862	Rp 5,862
35			2	23			Rp 5,393	Rp 5,393
36			2	21			Rp 4,924	Rp 4,924
37			2	19			Rp 4,455	Rp 4,455
38			3	16			Rp 3,752	Rp 3,752
39			3	13			Rp 3,048	Rp 3,048
40	54		11	2	Rp 27,850		Rp 469	Rp 28,319
41		54	10	46			Rp 10,787	Rp 10,787
42			10	36			Rp 8,442	Rp 8,442
43			8	28			Rp 6,566	Rp 6,566
44			9	19			Rp 4,455	Rp 4,455
45			9	10			Rp 2,345	Rp 2,345
46	54		9	1	Rp 27,850		Rp 234	Rp 28,084
47		54	9	46			Rp 10,787	Rp 10,787
48			9	37			Rp 8,676	Rp 8,676
49			9	28			Rp 6,566	Rp 6,566
50			9	19			Rp 4,455	Rp 4,455
51			9	10			Rp 2,345	Rp 2,345
52	54		9	1	Rp 27,850		Rp 234	Rp 28,084
Total Biaya								Rp 471,296



## LAMPIRAN D

### Hasil MRP (s,S)

Item 100000286								
Periode	Order	In	Demand	Inventory On Hand	Order Cost	Stock out Cost	Holding Cost	Weekly Inventory Cost
1			0	30			Rp 7,035	Rp 7,035
2			0	30			Rp 7,035	Rp 7,035
3			0	30			Rp 7,035	Rp 7,035
4			0	30			Rp 7,035	Rp 7,035
5			0	30			Rp 7,035	Rp 7,035
6			0	30			Rp 7,035	Rp 7,035
7			0	30			Rp 7,035	Rp 7,035
8			0	30			Rp 7,035	Rp 7,035
9			0	30			Rp 7,035	Rp 7,035
10			1	29			Rp 6,800	Rp 6,800
11			3	26			Rp 6,097	Rp 6,097
12			5	21			Rp 4,924	Rp 4,924
13			4	17			Rp 3,986	Rp 3,986
14			5	12			Rp 2,814	Rp 2,814
15	13		8	4	Rp 27,850		Rp 938	Rp 28,788
16		13	8	9			Rp 2,016	Rp 2,016
17	17		9	0	Rp 27,850	41775	Rp (95)	Rp 27,755
18		17	10	7			Rp 1,547	Rp 1,547
19	18		8	-1	Rp 27,850	41775	Rp (329)	Rp 27,521
20		18	8	9			Rp 2,016	Rp 2,016
21	16		8	1	Rp 27,850		Rp 140	Rp 27,990
22		16	5	12			Rp 2,719	Rp 2,719
23	10		5	7	Rp 27,850		Rp 1,547	Rp 29,397
24		10	4	13			Rp 2,953	Rp 2,953
25			3	10			Rp 2,250	Rp 2,250
26	10		3	7	Rp 27,850		Rp 1,547	Rp 29,397
27		10	2	15			Rp 3,422	Rp 3,422
28			2	13			Rp 2,953	Rp 2,953
29			2	11			Rp 2,485	Rp 2,485
30			2	9			Rp 2,016	Rp 2,016
31	10		2	7	Rp 27,850		Rp 1,547	Rp 29,397
32		10	2	15			Rp 3,422	Rp 3,422
33			2	13			Rp 2,953	Rp 2,953



Item 100000286								
Periode	Order	In	Demand	Inventory On Hand	Order Cost	Stock out Cost	Holding Cost	Weekly Inventory Cost
34			2	11			Rp 2,485	Rp 2,485
35			2	9			Rp 2,016	Rp 2,016
36	10		2	7	Rp 27,850		Rp 1,547	Rp 29,397
37		10	2	15			Rp 3,422	Rp 3,422
38			3	12			Rp 2,719	Rp 2,719
39			3	9			Rp 2,016	Rp 2,016
40	19		11	-2	Rp 27,850	41775		Rp 27,850
41		19	10	7			Rp 1,547	Rp 1,547
42	20		10	-3	Rp 27,850	41775		Rp 27,850
43		20	8	9			Rp 2,016	Rp 2,016
44	17		9	0	Rp 27,850	41775		Rp 27,850
45		17	9	8			Rp 1,781	Rp 1,781
46	18		9	-1	Rp 27,850	41775		Rp 27,850
47		18	9	8			Rp 1,781	Rp 1,781
48	18		9	-1	Rp 27,850	41775		Rp 27,850
49		18	9	8			Rp 1,781	Rp 1,781
50	18		9	-1	Rp 27,850	41775		Rp 27,850
51		18	9	8			Rp 1,781	Rp 1,781
52			9	-1		41775		Rp -
Total Biaya								Rp 538,770



## LAMPIRAN D

### Hasil MRP (R,s,S)

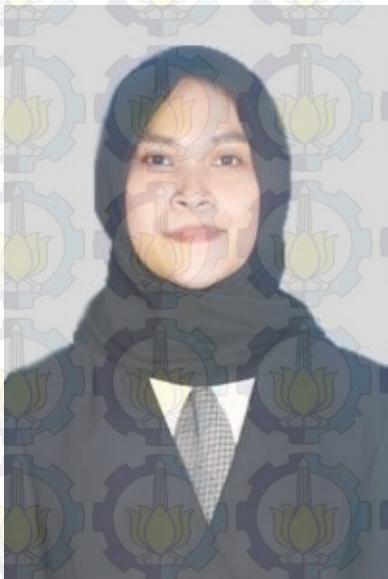
Item 100000286								
Periode	Order	In	Demand	Inventory On Hand	Order Cost	Stock out Cost	Holding Cost	Daily Inventory Cost
1			0	30			Rp 7,035	Rp 7,035
2			0	30			Rp 7,035	Rp 7,035
3			0	30			Rp 7,035	Rp 7,035
4	9		0	30	Rp 27,850		Rp 7,035	Rp 34,885
5		9	0	39			Rp 9,161	Rp 9,161
6			0	39			Rp 9,161	Rp 9,161
7			0	39			Rp 9,161	Rp 9,161
8			0	39			Rp 9,161	Rp 9,161
9			0	39			Rp 9,161	Rp 9,161
10			1	38			Rp 8,926	Rp 8,926
11			3	35			Rp 8,223	Rp 8,223
12			5	30			Rp 7,050	Rp 7,050
13			4	26			Rp 6,112	Rp 6,112
14			5	21			Rp 4,940	Rp 4,940
15			8	13			Rp 3,064	Rp 3,064
16	34		8	5	Rp 27,850		Rp 1,188	Rp 29,038
17		34	9	30			Rp 7,050	Rp 7,050
18			10	20			Rp 4,705	Rp 4,705
19			8	12			Rp 2,829	Rp 2,829
20	35		8	4	Rp 27,850		Rp 953	Rp 28,803
21		35	8	31			Rp 7,285	Rp 7,285
22			5	26			Rp 6,112	Rp 6,112
23			5	21			Rp 4,940	Rp 4,940
24			4	17			Rp 4,002	Rp 4,002
25			3	14			Rp 3,298	Rp 3,298
26			3	11			Rp 2,595	Rp 2,595
27			2	9			Rp 2,126	Rp 2,126
28	32		2	7	Rp 27,850		Rp 1,657	Rp 29,507
29		32	2	37			Rp 8,692	Rp 8,692
30			2	35			Rp 8,223	Rp 8,223
31			2	33			Rp 7,754	Rp 7,754
32			2	31			Rp 7,285	Rp 7,285
33			2	29			Rp 6,816	Rp 6,816



Item 100000286								
Periode	Order	In	Demand	Inventory On Hand	Order Cost	Stock out Cost	Holding Cost	Daily Inventory Cost
34			2	27			Rp 6,347	Rp 6,347
35			2	25			Rp 5,878	Rp 5,878
36	16		2	23	Rp 27,850		Rp 5,409	Rp 33,259
37		16	2	37			Rp 8,692	Rp 8,692
38			3	34			Rp 7,988	Rp 7,988
39			3	31			Rp 7,285	Rp 7,285
40	19		11	20	Rp 27,850		Rp 4,705	Rp 32,555
41		19	10	29			Rp 6,816	Rp 6,816
42			10	19			Rp 4,471	Rp 4,471
43			8	11			Rp 2,595	Rp 2,595
44	37		9	2	Rp 27,850		Rp 484	Rp 28,334
45		37	9	30			Rp 7,050	Rp 7,050
46			9	21			Rp 4,940	Rp 4,940
47			9	12			Rp 2,829	Rp 2,829
48	36		9	3	Rp 27,850		Rp 719	Rp 28,569
49		36	9	30			Rp 7,050	Rp 7,050
50			9	21			Rp 4,940	Rp 4,940
51			9	12			Rp 2,829	Rp 2,829
52			9	3			Rp 719	Rp 719
Total Biaya								Rp 514,310



## BIODATA PENULIS



Dinda Tiara adalah mahasiswi Jurusan Teknik Industri ITS angkatan 2011. Penulis lahir pada tanggal 6 Oktober 1992. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN 1 Pacitan, SMP Negeri 1 Pacitan, dan SMA Negeri 1 Yogyakarta. Kemudian memutuskan melanjutkan jenjang pendidikan di Jurusan Teknik Industri ITS. Selama menempuh masa pendidikan di Teknik Industri, penulis menemui ketertarikan di bidang rantai pasok atau dikenal dengan *supply chain* hingga memutuskan untuk melakukan penelitian

dengan topik manajemen persediaan dan pengadaan. Selama empat tahun masa perkuliahan, penulis telah mengikuti berbagai kegiatan tambahan yang bertujuan untuk meningkatkan *hard skill* dan *soft skill* penulis. Pada tahun pertama penulis mengikuti kegiatan pengembangan *soft skill* seperti Masa Orientasi Siswa Jurusan “Sistem” dan LKMM TD. Pada tahun kedua penulis memutuskan untuk bergabung di organisasi fakultas BEM FTI ITS. Penulis juga aktif di kegiatan luar kampus, yaitu kegiatan sosial yang tergabung dalam Yayasan Gerakan Melukis Harapan. Penulis melaksanakan kerja praktek di PT Pupuk Sriwidjaja, Palembang pada bagian *Human Resource Development*. Apabila terdapat masukan atau pertanyaan, penulis dapat dihubungi via email di [dindatr@gmail.com](mailto:dindatr@gmail.com).